Karl

Grundriß

der

Salinenkunde.

Grundriß

der

Salinenkunde.

Von

Bruno Kerl,
Professor an der Königlichen Bergakademie in Berlin und Ritter des Hannoverschen
Ernst-August-Ordens zweiter Classe.

Mit 56 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
C. A. Schwetschke und Sohn.
(M. Bruhn.)
1868.

230 – tt.

Vorwort.

Wenngleich in chemisch-technologischen Werken die Kochsalzbereitung mehr oder weniger ausführlich abgehandelt worden, so hat es doch bislang an einem selbstständigen Leitfaden bei Vorlesungen über Salinenkunde gefehlt, da Karsten's klassisches Werk über diesen Gegenstand (zwei Bände vom Jahre 1846) für Zwecke des Unterrichts zu voluminös sein dürfte.

Durch vorliegenden Grundriß ist versucht, diese Lücke auszufüllen und dem Lernenden die Grundzüge des Salinenwesens vor Augen zu stellen, dabei aber dem Lehrer noch hinreichenden Spielraum zur weiteren Ausführung des Einzelnen zu lassen. Der bergmännische Theil der Steinsalz- und Soolgewinnung ist nur ganz kurz behandelt, weil derselbe eigentlich ins Gebiet der Bergbaukunde gehört und den Umfang der Schrift allzu sehr vermehrt haben würde, wenn man den Gegenstand nur einigermaßen gründlich hätte schildern wollen.

Noch sei bemerkt, daß dieser Schrift meine Ausarbeitung des Artikels Kochsalz im vierten Bande von Muspratt-Kerl's technischer Chemie zu Grunde liegt.

Berlin, im April 1868.

B. Kerl.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Darstellung des Kochsalzes.

A. Bergmännische Gewinnung des Steinsalzes.

B. Gewinnung von Kochsalz aus Salzseen.

C. Gewinnung von Kochsalz aus Meerwasser.

Anwendung und Prüfung des Kochsalzes, Kochsalzproduction.

Nachträge.

Figurenverzeichniß.

Einleitung.

Geschichtliches über das Chlornatrium (Koch- und Steinsalz).

Man kannte schon in uralten Zeiten die Gewinnung des Salzes aus dem Meerwasser, aus den Salzquellen und Salzseen, verwandte das Steppensalz und gewann Steinsalz. Das Kochsalz wurde erst von griechischen und römischen Schriftstellern etwas vor und zu der Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung näher beschrieben. Nach seinem Vorkommen bei dem Tempel des Jupiter Ammon in Lybien wird dasselbe von Herodot im 5. Jahrhundert v. Chr. als *ἀλὸς ἀμμωνιακός* erwähnt und Dioscorides beschreibt im ersten Jahrhundert n. Chr. unter demselben Namen Eigenschaften des Steinsalzes, namentlich seine leichte Spaltbarkeit und seine geraden Blätterdurchgänge. Als Sal ammoniacum wird das Steinsalz von Strabo und Plinius zu Anfang unserer Zeitrechnung, von Arrian im 2. Jahrhundert n. Chr., von Synesius und Aetius im Anfang des 5. Jahrhunderts erwähnt. Erst später trug man den Namen Sal ammoniacum mit auf unseren Salmiak über, seit dem 13. Jahrhundert ganz.

Dioscorides unterschied das aus dem Meerwasser durch freiwillige Verdunstung sich absetzende Kochsalz als *ἀλὸς ἄχνη*, Salzschaum, von dem Steinsalz.

Geber versuchte im 8. Jahrhundert eine Reinigung des Kochsalzes zum chemischen Gebrauche.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts hielt man, den Ansichten Lavoisier's zufolge, das Kochsalz für die Verbindung zweier oxydirter Stoffe, für salzsaures Natron. 1809 wiesen Gay-Lussac und Thenard nach, daß dasselbe frei von Sauerstoff sei, und von Davy wurde dasselbe 1810 als Chlornatrium erkannt, nachdem derselbe bereits 1807 aus dem Natron das Natrium mittelst Elektricität isolirt hatte.

Der lateinische Name Sal wird wohl von Salum oder Sol hergeleitet, weil das Kochsalz aus dem Meerwasser unter dem Einflusse der Sonne sich abscheidet. Schon in früherer Zeit bezeichnet man Substanzen, welche mit dem Kochsalz Aehnlichkeit haben, mit dem Namen Salz.

Die Bereitung des Salzes war in den frühesten Zeiten sehr einfach. Man filtrirte die Soole über gestoßene Holzkohlen und sammelte nach dem Einziehen und der Verdunstung des Wassers das krystallisirte Salz aus dem Kohlenstaub. Die Römer führten schon das noch jetzt übliche Verfahren ein, das Kochen der Soole in eisernen Pfannen.

Vorkommen des Chlornatriums*). Das Chlornatrium findet sich in der Natur

1) als Steinsalz, Soude muriatée, franz.; Common Salt oder Rock-Salt, engl. Dasselbe findet sich fast in allen Ländern und Gegenden der Erde; in Europa hat man es in Skandinavien, Holland, Belgien, Böhmen und Schlesien bis jetzt gar nicht oder nur in geringeren Mengen angetroffen. Nur an wenigen Orten tritt es, und dann in meist mit zackigen Spitzen und Kämmen versehenen Felsmassen zu Tage (zu Cardona in Catalonien aus Nummulitenkalk, in der Kirgisensteppe aus der Zechsteinformation, in Siebenbürgen bei Szovata und Parayd, am Todten Meere u. a.); am gewöhnlichsten erscheint dasselbe auf oft mächtigen, sich weit erstreckenden Stöcken und Lagern, durch andere Gesteine verdeckt, entweder für sich ganz rein oder mit Thon, Gips, Anhydrit, Mergel oder Dolomit wechsellagernd, zuweilen mit Kalisalzen.

Meistens kommt dasselbe mit Gips und Thon vor, deren Massen oft ganz von Salztheilen durchdrungen sind (Salzthon und Salzgips). Wenngleich seine Lagerstätten sich in allen Formationen von der silurischen bis zur tertiären befinden, so tritt dasselbe doch am häufigsten in den Formationen des Zechsteins, der Trias oder Salzformation, des Jura und der Kreide auf.

Die wichtigsten Vorkommnisse des Steinsalzes sind folgende:

a) Im Glimmerschiefer, nur in Quellen bei Guayeval in Neu-Granada und ebendaselbst im Hornblendeschiefer.

b) Im Syenit als Salzquellen zu Riogrande und Guaca.

c) Im Porphyr die Salzquellen von Münster, Theodorshall und Karlshall.

d) Im Grauwackenthonschiefergebirge zu Keswik im Cumberlander und Cornwaller Schiefergebirge; Soolquellen entspringen aus den Kohlenlagern von Northumberland und Durham mit 5 bis 6 Proc. Kochsalz; manche Kohlenflötze schwitzen daselbst Soole aus; bei Weidohl in Westphalen, in Nordamerika, Pennsylvanien, Virginien rc.

e) Im Zechsteingebirge in Thüringen (Salzungen, Artern, Langenberg unweit Gera, Halle) zwischen Gips, Anhydrit und Mergeln; Perm rc.

*) Karsten's Salinenkunde 1846; Alberti, Halurgische Geologie, 1852; G. Bischof, Geologie 1866; Lersch, Hydrochemie 1864, S. 184; H. Abich, Steinsalz im russischen Armenien, 1857.

f) Im bunten Sandstein zu Schöningen im Braunschweigischen, Liebenhall und Sülbeck im Hannoverschen, Hamersheim am Neckar, Schönebeck, Staßfurt ꝛc. Aus dem oberen Schieferletten treten die Salzquellen von Sulz an der Ilm, von Kreuzburg, Kösen, Heiersen, Salzdetfurt, Salzderhelden u. a.; aus dem unteren Schieferletten die Quellen von Salzungen, Schmalkalden, Dürrenberg, Kötschau ꝛc.

g) Im Muschelkalk, besonders in der Lettenkohlengruppe in Thüringen (Buffleben, Stotternheim, Sulze, Kreuzburg, Erfurt), in Baden (Dürrheim, Ludwigsaline bei Rappenau), in Würtemberg (Ludwigshall bei Wimpfen, Friedrichshall bei Jaxtfeld, Clemenshall bei Offenau, Schwenningen, Sulz, Schwäbisch Hall), im österreichischen Salzkammergut (Hallstadt, Ischl, Ebensee), im steiermärkischen Salzkammergut (Aussee), im salzburgischen Salzkammergut (Hallein am Dürenberg), in Bayern (Berchtesgaden mit Frauenreuth, Reichenhall, Traunstein, Rosenheim). Im Hannoverschen schließt die Triasformation unerschöpfliche Lager von Steinsalz ein (Lüneburg, Sülze, Münder, Salzhemmendorf, Egestorfshall bei Badenstedt im Amte Linden, Saline der Gebrüder Niemeyer am Lindener Berg, Salzdetfurt, Heyersum, Rühden, Liebenhalle, Sülbeck, Salzderhelden, Rothenfelde). Die bedeutenden Steinsalzniederlagen in England (Graffschaft Nottingham, Derby, Stafford, Cheshire ꝛc.) finden sich im neuen bunten Sandstein, einer mächtigen, zur Triasgruppe gehörigen Sandsteinbildung.

h) Im Keupergebirge in Frankreich (Dieuze, Salins, Lons le Saulnier); bei Vic in Lothringen; die Salzquellen zu Salzdahlum, Juliushalle, Friedrichshall bei Lindenau u. a. entspringen aus dem Keuper. Will man die Lettenkohlengruppe statt zum Muschelkalk zum Keuper rechnen, so gehören hierher mehrere Steinsalzvorkommnisse aus der vorigen Gruppe.

i) Im Liasgebirge bei Bex im Canton Waadt, wo aus Bruchstücken und Sand von Anhydrit und Kieselkalk durch das aus Salz bestehende Bindemittel das sogenannte Salztrümmergestein gebildet wird.

k) Im Kreidegebirge, z. B. in Algerien. Problematisch erscheint das Auftreten einer Menge Soolquellen in der Kreide Westphalens, welche, scheinbar auf dem Kohlengebirge ruhend, eine große Mulde zwischen Rheine, Osnabrück, Bielefeld, Paderborn, Bühren, Werl, Unna, Bochum und Essen bildet (Salinen zu Königsborn, Werl, Neusalzwerk, Sassendorf, Westerkotten ꝛc.).

l) In der Nummulitenformation zu Cardona in Catalonien, wo dasselbe, eine Mulde über dem Grauwackengebirge ausfüllend, einen steil ansteigenden Berg von 300 Fuß Höhe bei einem Raum von mehr als 132000 Quadratruthen bildet; ferner in Sicilien, Kleinasien und Armenien.

m) In Tertiärgebilden, wohin die ausgedehnten Steinsalzlager zu beiden Seiten der Karpathen in Ungarn, Galizien (Wieliczka, Bochnia) und

Siebenbürgen gehören, welche aus Salzthon, Gips, Mergel und Steinsalz bestehen und von Sandsteinen und Schieferthonen umschlossen werden.

Das Steinsalz ist bei 2,2 bis 2,3 spec. Gew. und Härte = 2 farblos, weiß, graulich oder gelblich, bei Anwesenheit von Eisenoxyd auch wohl roth (Dürenberg bei Hallein), von Kupferchlorid blau oder grün, von bituminösen Substanzen braungrau oder bläulich gefärbt und dann beim Glühen weiß werdend. Von bedeutendem Einfluß auf die Färbung des Steinsalzes ist die Farbe des beigemengten Thons. Dasselbe findet sich blättrig (Hallein, Berchtesgaden, Wieliczka), körnig, faserig im Salzthon (Salzberg bei Hall, Dürenberg bei Hallein, Wieliczka, Sulz am Neckar), späthig oder dünnstengelig (auf Gangtrümmern in Wieliczka und Bochnia), dicht und mehlig.

Reines Steinsalz absorbirt die Wärmestrahlen nicht, sondern läßt nach Melloni von 100 derselben 92 hindurchgehen, während die übrigen 8 durch Reflexion an den beiden Grenzflächen verloren gehen.

Das reine, aus Chlornatrium bestehende Steinsalz bleibt an der Luft trocken, schmeckt rein salzig und ist geruchlos. Dasselbe kann aber auch durch chemische und mechanische Beimengungen Abänderungen in seinem Normalgehalte erleiden. Solche Verunreinigungen bilden:

Chlorcalcium und Chlormagnesium, welche dem Steinsalz die Eigenschaft ertheilen, an der Luft feucht zu werden; zuweilen findet sich eine concentrirte Auflösung von Chlormagnesium mit etwas Chlorcalcium in Blasenräumen (Cheshire); ferner Chlorammonium (Hall), Chlorkalium (Hallein), schwefelsaures Natron, bisweilen in kleinen nadelförmigen Krystallen, Gase (Knistersalz von Wieliczka, welches bei seiner Auflösung in Wasser unter kleinen Explosionen Gasblasen, aus Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas bestehend, entläßt); Eisenoxyd, Kupferchlorid, bituminöse Substanzen, Thon, Gips, Infusorien ꝛc. Steinsalz ist reiner (98 bis 99 Proc. NaCl) als Seesalz (92 bis 97 Proc. NaCl).

Wird Steinsalz, welches grau, roth oder bräunlich gefärbt ist, bei Luftzutritt geschmolzen, so verschwindet die Färbung, die erdigen Substanzen gehen zu Boden, das Chlormagnesium wird durch den Wasserdampf der Feuerluft zersetzt und man erhält reines Salz als krystallinische Masse. Gips geht dabei in Anhydrit über.

Analysen von Steinsalz.

	Chlor-natrium.	Chlor-magnesium.	Chlor-calcium.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Kalkerde.	Eisenoxyd.	Bitumen und Thon.	Unlösliches.	Kohlensaure Kalkerde.	Kohlensaure Magnesia.	Schwefels. Magnesia.
1	97,8	—	—	Spur	0,3	—	1,9	—	—	—	—
2	98,32	0,18	0,21	—	0,62	—	—	0,31	—	—	—
3	98,3	0,05	—	—	0,65	—	—	1,00	—	—	—
4	98,041	0,063	0,410	—	1,486	—	—	—	—	—	—
5	98,554	0,013	0,994	—	0,439	—	—	—	—	—	—
6	99,03	—	—	—	—	—	—	0,97	—	—	—
7	99,97	—	—	—	0,02	—	0,01	—	—	—	—
8	98,36	—	—	0,03	0,55	—	0,58	—	0,52	0,13	—
9	98,81	—	0,02	—	0,11	—	0,80	—	0,16	0,15	—
10	90,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,02
11	100,00	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	99,85	0,15	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—
13	99,92	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	99,43	0,12	0,25	—	0,20	—	—	—	—	—	—
15	98,14	—	—	—	1,86	—	—	—	—	–	—
16	99,63	—	0,28	—	—	KCl 0,09	—	—	—	—	—
17	25,09 bis 94,57	0 bis 5,02	—	0 bis 1,57	0,89 bis 7,04	0 bis 1,12 [spanning Eisenoxyd and Bitumen und Thon]		0 bis 2,23	—	—	0 bis 42,07
18	98,3	0,2	0,2	—	0,02	—	0,31	—	—	—	0,23
						[brace spanning Eisenoxyd and Bitumen und Thon]					
19	97,55	—	—	0,43	1,01	—	0,48	—	—	Wasser 0,30	0,23
20	99,73	Spur	Spur	—	0,27	—	—	—	—	—	—
21	98,42	0,24	0,53	—	0,99	—	—	—	—	—	—
22	98,12	0,24	0,04	—	0,35	—	—	—	—	—	—
23	64,75	0,23	Chlorkalium 35,02	—	—	—	—	—	—	—	—
24	90,55	—	—	—	0,45	—	—	9	—	—	—
25	93,12	—	—	—	2,73	—	—	2,09	0,62	Wasser 1,46	—

1) Von Vic nach Berthier; 2) nach Dufrenoy; 3) von Chester nach Henry; 4) von Erfurt nach Söchting; 5) aus Catalonien nach dems.; 6) von Sosnica bei Gleiwitz nach Sonnenschein; 7) bis 9) von Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall nach Fehling; 10) von Staßfurt nach Fehling; 11) weißes Steinsalz von Wieliczka nach G. Bischof; 12) weißes Steinsalz von Berchtesgaden nach dems.; 13) gelbes faseriges Steinsalz ebendaher, nach dems.; 14) von Hall in Tyrol nach dems.; 15) Knistersalz von Hallstadt nach dems.; 16) Steinsalz von Schwäbisch Hall nach dems.; 17) Steinsalz von Staßfurt nach Heine und Grund; 18) von Norwich nach Dufrenoy; 19) von Staßfurt nach Rammelsberg; 20) ebendaher nach Schöne; 21) ebendaher nach Benemann; 22) ebendaher nach Scholz; 23) ebendaher nach Tieftrunk; 24) von Saltville bei Abington in Nordamerika nach Stieren; 25) von Dieuze, Handelssalz nach Scheurer-Kestner.

Bischof fand das als Fumarolenproduct des Vesuvs vorkommende Chlornatrium zusammengesetzt aus 46,16 Proc. Chlornatrium, 53,84 Proc. Chlorkalium und Spuren von schwefelsaurem Natron, und macht darauf aufmerksam, daß solche Salze nicht vom Meerwasser und Steinsalz bei deren geringem Gehalt an Chlorkalium herrühren, wohl aber durch die Lava zersetzende salzsaure Dämpfe erzeugt sein können.

Nach Henry soll fast alles Steinsalz Jod enthalten.

In Betreff der Entstehung von Steinsalzlagern sind verschiedene Ansichten aufgestellt; Einige (Werner, Bischof, Reichardt) nehmen an, das Kochsalz habe sich durch Verdunstung aus Salzseen (Berggeist 1861, S. 352) abgeschieden, wie dies bei Siedeprocessen der Fall ist. Die Entstehung eines gewaltigen Salzlagers findet auf die genannte Weise vor unseren Augen im Golf von Kara Bogas am Kaspischen Meere Statt (Berggeist 1867, S. 192). Nach Behne enthielt das Urmeer schwefelsaures Natron und Chlormagnesium und durch Einwirkung von kohlensaurem Kalk und der Hitze der geschmolzenen pyroxenischen Gesteine fand, wie sich durch Versuche im Kleinen bestätigen läßt, eine Umsetzung in Chlornatrium, Gips und magnesiahaltigen, dolomitischen Kalk, die Hauptbestandtheile des jetzigen Salzgebirges, Statt; es geben

$$NaO.SO_3 + MgCl + 2(CaO.CO_2) = NaO.SO_3 + CaCl + (MgO.CaO)CO_2 + CO_2,$$

und $NaO.SO_3 + CaCl$ setzen sich wieder in $NaCl$ und $CaO.SO_3$ um (Supplemente zu Prechtl's techn. Encyklopädie von Karmarsch 1865, Bd. 4, S. 76).

2) Steppen-, Wüsten-, Erdensalz, krystallinisch-körniges Chlornatrium als Efflorescenz aus dem Boden von Steppen und Wüsten, z. B. am nördlichen Abhange des afrikanischen Hochlandes (Bornu, Darfur, Habesch, Dongoli), in Mittelasien, am Kaspischen Meere, im Hochlande von Tibet u. a. In Europa ist die Bildung des Steppensalzes im kleinsten Maßstabe angedeutet; dasselbe zeigt sich nur in dürren Sommern, z. B. in Schweden. Dasselbe findet sich bald in der Nähe von Salzseen, Sümpfen und salzhaltigen Flüssen oder es wittert aus salzhaltigen Gesteinen aus oder findet sich mit Sand und Gerölle auf sehr große Erstreckung.

Eine Salzefflorescenz an den Ufern des Paraguay-Flusses enthielt nach Parody: 91,399 Chlornatrium, 2,949 Chlormagnesium, 0,900 schwefelsaure Magnesia, 4,230 schwefelsauren Kalk, 0,522 organische Substanz, Kieselsäure und Verlust.

3) Chlornatrium in Salzseen*). Von der ursprünglichen Lager-

*) Gurlt, Entstehung von Binnenseen, im Berggeist 1861, S. 352.

stätte wird durch atmosphärische Wasser aufgelöstes Steinsalz an die Oberfläche geführt, es können sich Salzsümpfe und Salzseen bilden, aus denen sich durch die allmälige Verdunstung des Wassers das Salz wieder ausscheidet. Solche Salzseen finden sich z. B. zwischen dem Jaik und der Wolga, in der Krim, in England, um Baku, im südlichen Afrika, in Mexico 2c.

Analysen des Wassers aus Salzseen.

	Chlor-natrium.	Chlor-kalium.	Chlor-calcium.	Chlor-magnesium.	Schwefelf. Talkerde.	Schwefelf. Natron.	Schwefelf. Kalkerde.	Schwefelf. Kali.	Kohlensaure Kalkerde.	Organische Stoffe.	Brom-magnesium.
1	7,135	—	—	16,539	1,858	0,384	0,036	—	0,038	0,505	—
2	3,83	—	0,23	19,75	5,32	—	—	—	—	—	—
3	13,124	—	0,222	10,542	0,665	—	—	—	—	—	0,007
4	16,12	—	0,276	7,55	—	2,44	—	0,75	—	—	—
5	23,9275	—	0,1014	1,7355	0,3464	—	0,0421	—	—	—	0,0045
6	18,9997	0,1992	0,9889	5,4349	0,0280	—	—	—	—	—	0,0065
7	10,360	—	3,920	10,246	—	—	0,054	—	—	—	—

1) Wasser des Eltonsees nach Erdmann; 2) desgl. nach H. Rose; 3) desgl. nach Göbel; 4) Wasser eines Sees bei Sympheropol in der Krim nach Göbel; 5) Wasser des Inderskischen Sees nach Erdmann; 6) Wasser des Bogdosees nach Erdmann; 7) Todtes Meer nach Marcet.

4) Chlornatrium in Salz- oder Soolquellen*). Atmosphärische Gewässer lösen beim Durchdringen des Steinsalzgebirges Chlornatrium auf und fließen in größerer oder geringerer Entfernung von der ursprünglichen Lagerstätte aus den verschiedensten Formationen entweder auf natürlichem Wege aus oder man verschafft durch Bohrlöcher solchen Soolen, welche durch hydrostatischen Druck unter überlagernden Gebirgsschichten eine gewisse Spannung besitzen, künstliche Abflußwege.

Die wenigsten Salzquellen treten aus dem Steinsalz selbst (meist nur da, wo dasselbe zu Tage tritt, wie in Siebenbürgen, Algerien 2c.), weil dasselbe gewöhnlich mit einer undurchdringlichen Hülle von Thon oder Anhydrit umgeben ist. Die meisten Quellen finden sich am Ausgehende der Steinsalzformationen, wo sich dieselben auskeilen und zu Tage treten.

Am reichsten an Soolquellen sind die Formationen der Trias. Die Natur der Quellen variirt sehr in Betreff der Temperatur, der Tiefe, aus welcher sie empordringen, des Salzgehaltes und der fremdartigen Beimengungen, welche denen im Steinsalz gleichen, als: Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorcalcium,

*) Huyssen, Die Soolquellen des westphäl. Kreidegebirges 2c.; Analysen der Bohrlochsoolen des Saginawthales (Michigan) nach Hahn, in der Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1867, S. 136.

Chlorammonium, schwefelsaures Kali, Natron, Kalk und Magnesia, Brommagnesium, Jodnatrium, in freier Kohlensäure gelöstes kohlensaures Eisenoxydul, kohlensaure Kalk- und Talkerde; seltener finden sich Chlorlithium (Kissingen) und schwefelsaure Thonerde (Halle). Manche Soolen enthalten auch Kieselsäure, Phosphorsäure, Rubidium, Cäsium, Thallium.

Manche Soolen sind reich an freier Kohlensäure und haben dann oft auch einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk, was bei vielen anderen nicht der Fall ist. Die Verunreinigung der Soolquellwasser mit den genannten Substanzen erklärt sich dadurch, daß dieselben beim Empordringen in verschiedenen Gebirgsschichten Bestandtheile aufnehmen und abgeben. Kommt die Soole z. B. mit in Zersetzung begriffenem Schwefelkies zusammen, so bildet sich aus dem schwefelsauren Eisenoxyd Eisenchlorid und schwefelsaures Natron. Das Eisenchlorid giebt in Berührung mit Kalkstein und Dolomit unter Kohlensäureentwickelung Chlormagnesium und Chlorcalcium und meist im Erdinnern zurückbleibendes Eisenoxyd. Durch Wechselwirkung dieser Chlormetalle mit dem bereits gebildeten schwefelsauren Natron entstehen Chlornatrium, schwefelsaure Magnesia und schwefelsaurer Kalk. Die Quantität dieser Bestandtheile in einer Soole hängt hauptsächlich von der Menge des ursprünglich vorhandenen schwefelsauren Eisenoxyds oder schwefelsauren Natrons ab, sowie davon, ob die Soole mehr oder weniger mit Kalkstein oder Dolomit in Berührung kam. Je nach der Art der Verunreinigungen theilt Karsten die natürlichen Soolen in solche, welche schwefelsaure Salze (Gips, Bittersalz, auch Glaubersalz) und Chlormagnesium enthalten, und solche, welche frei von schwefelsauren Salzen sind und neben Kochsalz Chlorcalcium und Chlormagnesium führen. Beim Siedebetrieb verhalten sich diese Soolen verschieden.

Der Kaligehalt der Soolen rührt theils aus den Steinsalzablagerungen her, theils von kalihaltigen Gesteinen, z. B. Feldspath, welche die Soolen auf ihrem Laufe treffen. Passiren dieselben Torfgründe oder Braunkohlenlager, so nehmen sie färbende organische Substanzen auf (Humussäure, Quellsäure, Quellsatzsäure oder Extractivstoff), welche beim Siedebetrieb stets störend einwirken und zu Salzverlusten Veranlassung geben. Kohlensaure Erden, sowie kohlensaures Eisen- und Manganoxydul gehen in Folge des Kohlensäuregehaltes der Soole in Lösung. Fast alle Soolquellen enthalten Bromverbindungen, wenn auch in solch geringen Mengen, daß sie nur in den concentrirten Mutterlaugen nachgewiesen und daraus gewonnen werden können. Der Jodgehalt solcher Quellen ist häufig zweifelhaft. Der Jodgehalt der Saline Salzungen in Sachsen-Meiningen soll zuweilen bedeutend sein (Berg- und Hüttenm. Zeitung 1861, S. 37). Manche Bestandtheile lassen sich in den Soolen nicht quantitativ nachweisen und sammeln sich in Abfallproducten, als: Phosphorsäure, Brom, Jod, Cäsium, Rubidium, Thallium.

Um siedewürdig zu sein, muß die Soole mindestens 16 Proc. Kochsalz halten; sehr reiche Soolen sind z. B. die Lüneburger mit 25 Proc., Reichenhall mit 23 Proc., Offenau, Wimpfen, Jaxtfeld, Rappenau, Dürrheim mit 24 bis 26 Proc., Artern mit 25,44 Proc. Kochsalz. Ist eine Soole zu arm, so sucht man wohl den Zutritt der süßen oder wilden Wasser zu derselben dadurch zu beseitigen, daß man mehr am Ursprung der Soole ein Bohrloch niederbringt. Auf diese Weise reicherte man z. B. zu Rodenberg im Schaumburgschen die Soole von 0,6 auf 5,1 Proc. an.

Je nach den Localverhältnissen und Localpreisen, namentlich dem Preise des Brennmaterials und den Transportkosten für Soolen und Salz, kann eine schwächere Soole an dem einen Orte die Verarbeitung lohnen, während dies an einem anderen Orte bei einer reicheren Soole nicht der Fall ist.

Die reicheren Salzquellen sind die reineren; solche mit über 20 Proc. Salzgehalt enthalten meist nur 2 bis 3 Th. fremde Salze, während ärmere, z. B. 2- bis 3-procentige, auf 100 Th. Kochsalz bis 30 Th. davon enthalten. Manche Soolen fließen seit Jahrhunderten bei gleichbleibender Beschaffenheit, viele haben ihre Zusammensetzung geändert, namentlich hat im Laufe der Zeit ihr Chlornatriumgehalt abgenommen, auch wohl ganz aufgehört, wenn der Salzgehalt des Gebirges erschöpft worden. Bei manchen Quellen hat aber auch eine Anreicherung an Salz stattgehabt, wenn die atmosphärischen Wasser bei ihrer Auflösung der gesalzenen Gebirgsmassen reichere Mittel aufschlossen.

Die Temperatur der Salzquellen ist meist höher als die mittlere Temperatur des Ortes, z. B. zu Halle 18,75°, zu Dürrenberg 21,8°, zu Kreuznach 34,4° C. Die mittlere Ortstemperatur in Westphalen beträgt etwa 8,75° C., die der Soolquellen 11,25 bis 17,5° C., meist 12,5 bis 15° C. Mit der Temperatur steigt im Allgemeinen der Salzgehalt.

Die Ansichten über die Gruppirungsverhältnisse der elektronegativen (Chlor, Brom, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kieselsäure) und elektropositiven Bestandtheile (Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen, Rubidium, Cäsium, Thallium und ihrer Oxyde) in den Soolen sind noch verschieden; man weiß nur, daß die freie Kohlensäure in denselben mit Erden (Kalk, Magnesia) und Metalloxyden (Eisenoxyd) lösliche doppeltkohlensaure Salze bildet und daß die nicht mit Kohlensäure vereinigte Kalkerde bei Gegenwart von Schwefelsäure immer mit dieser verbunden ist, und zwar letzteres, weil es keine Soole giebt, welche, die kohlensaure Kalkerde unberücksichtigt gelassen, zu gleicher Zeit mehr Schwefelsäure und mehr Kalkerde enthält, als der Gipsmenge entspricht, die sie in Lösung halten kann. Da sich, abgesehen vom Gehalte der Soolen an Gips und kohlensaurer Kalkerde, Schwefelsäure und Kalkerde hiernach einander gegenseitig ausschließen, so kann in einer Soole, welche neben Gips andere schwefelsaure Salze enthält, außer kohlensaurer Kalk-

erde kein anderes Kalksalz mehr vorhanden sein, sowie kein anderes schwefelsaures Salz, wenn eine Soole neben Gips und kohlensaurer Kalkerde andere Kalksalze enthält. Otto empfiehlt, den Rest Schwefelsäure, welcher nicht als

Analysen*) von

	Chlornatrium.	Chlorkalium.	Chlormagnesium.	Chlorcalcium.	Schwefelsaures Kali.	Schwefelsaurer Kalk.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Magnesia.
1	25,5625	—	0,0059	—	—	0,4374	—	0,0221
2	25,9021	—	Spur	—	—	0,4445	0,0197	—
3	25,7180	—	—	—	—	0,1705	0,0289	—
4	23,4733	—	—	—	—	0,5080	—	—
5	25,6251	—	Spur	—	—	0,4613	0,0051	—
6	25,1570	—	—	0,0134	—	0,4652	—	—
7	25,2794	—	—	0,0276	—	0,4553	—	—
8	9,623	0,007	0,083	—	0,014	0,339	0,249	0,012
9	10,404	—	0,073	—	0,148	0,284	—	0,130
10	23,54	—	0,19	—	0,36	0,38	—	0,23
11	7,539	—	0,125	—	0,083	0,568	—	0,054
12	6,599	0,008	0,092	—	0,004	0,250	0,208	—
13	2,829	0,004	0,038	—	0,004	0,158	0,092	0,004
14	23,652	0,112	0,395	—	0,272	0,375	—	—
15	17,718	0,166	0,406	0,134	—	0,466	—	—
16	6,338	—	0,118	0,148	—	0,223	—	—
17	1,415	0,006	0,023	0,261	—	—	—	—
18	6,518	0,002	0,135	0,253	—	0,203	—	—
19	24,665	—	0,127	—	0,038	0,341	—	0,246
20	5,6158	—	0,1187	—	0,0212	0,3109	0,0461	—
21	22,65	—	0,22	—	0,03	0,36	0,39	—
22	2,3600	0,0524	0,0339	0,1935	—	0,0052	—	—
23	2,506	Spur	0,085	0,203	—	0,005	—	—
24	1,475	0,037	—	—	—	0,011	—	—
25	0,943	0,009	0,080	—	—	0,080	—	—
26	5,1734	—	0,1663	—	—	0,6156	—	0,0055
27	5,173	—	0,166	—	—	0,515	—	—
28	23,9169	—	—	—	0,0132	0,4358	0,0048	0,0295
29	25,850	—	0,042	0,085	—	0,413	—	—

Nr. 1) bis 7) Soolen von würtemberg. Salinen nach Fehling **).

*) Analysirmethoden für Soolen: Heine in Karsten's Archiv 1845, Bd. 19; Denecke in Ann. d. Chem. u. Pharm. 65, 100; Erdmann in dessen Journ. 46, 313; Scharf, ebendas. 10, 1; Rose in Poggendorff's Ann. 35, 169; Löwig in Erdmann's Journ. 23, 257; Rammelsberg, Quantitative Analyse, S. 190; Wöhler's Mineral-Analyse 1861, S. 179; Hahn in der Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1865, S. 69; Erman, Analysen von russischen Salzsoolen in dessen Archiv f. wissenschaftl. Kunde Rußlands 1867, Bd. 25, S. 624; Bauck, Analysen der Salzsoole von Colberg, Göttingen 1860; Blücher, Soolquellen bei Sülz 1829; Knothe, Die Soolen Salzungens 1858.

**) Fehling, Chem. Untersuchung der Soolen des Stein- und Kochsalzes, sowie der Mutterlaugen der Königl. Würtembergischen Salinen, Stuttgart 1847.

schwefelsaurer Kalk aufgeführt werden kann, mit den stärksten Basen (Kali, Natron) verbunden anzunehmen, um so zu einer gleichmäßigen Anschauungsweise zu gelangen.

Salzsoolen.

Kohlens. Kalk.	Kohlens. Magnesia.	Kohlensaures Eisenoxydul.	Kohlens. Manganoxydul.	Schwefels. Thonerde	Kieselerde.	Organische Stoffe.	Kohlensäure.	Eisenoxyd.
0,0100	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0195	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0037	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0162	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0297	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0290	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0278	—	—	—	—	—	—	—	—
0,026	—	0,001	—	—	—	0,001	—	—
0,049	0,006	0,003	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,013	0,002	—	—	0,003	0,002	—	—	0,001
0,058	—	0,004	—	—	—	0,012	—	—
0,042	—	0,012	—	—	—	0,017	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1013	0,0003	—	—	—	—	—	—	—
0,003	0,001	0,005	—	0,001	0,013	Spur	—	—
0,101	0,016	0,019	—	—	0,036	—	0,0672	—
0,007	Spur	0,002	—	0,003	—	—	—	—
0,2285	0,0236	0,0059	0,0017	—	—	—	0,1332	—
—	0,03		—	—	—	—	—	—
0,2133	—	0,0066	0,0020	—	0,0021	—	—	—
0,150	0,048	0,004	—	—	0,007	—	0,162	—
0,126	0,024	0,004	—	—	0,004	—	0,211	—
0,057	—	0,001	—	—	0,001	—	0,027	—
0,0102	—	—	—	—	—	—	1/12 v. Vol. der Soole.	—
0,005	0,010	—	—	—	—	—	1/15 Vol.	—
0,0109	0,0035	—	—	—	—	—	0,0017	—
0,001	—	—	—	—	—	—	—	—

1) von Friedrichshall, spec. Gew. 1,2028; 2) von Clemenshall, spec. Gew. 1,2051; 3) von Schwäb. Hall, spec. Gew. 1,1990 (Steinsalzsoole); 4) von Sulz, spec. Gew. 1,1845; 5) von Wilhelmshall bei Rottenmünster, spec. Gew. 1,2026; 6) u. 7) aus zwei Bohrlöchern von Wilhelmshall bei Schwenningen, spec. Gew. resp. 1,1987 und 1,2004.

Nr. 8) bis 18) Soolen von preußischen Salinen.

8) von Schönebeck; 9) dgl. Nr. 3, spec. Gew. 1,083; 10) desgl. 3 Mal gradirt, spec. Gew. 1,191; 11) u. 12) von Dürrenberg; 13) u. 14) von Artern, letztere aus dem Bohrloch; 15) von Halle; 16) von Königsborn; 17) von Kreuznach, mit Spuren von Chlorlithium und Jodmagnesium; 18)

von Werl in Westphalen, mit Spuren von Jod- und Brommagnesium und Thonerde, nach Denecke, spec. Gew. 1,0567.

Nr. 19) u. 20) Soolen von hannoverschen Salinen.

19) von Lüneburg nach Hinüber, mit Spuren von Brom; 20) von Rothenfelde nach Wiggers, mit geringen Mengen von Brom- und Jodmagnesium.

Nr. 21) Soole von Rosenheim in Bayern mit 0,01 Bromnatrium und 1,174 spec. Gew.

Nr. 22) bis 27) Soolen von hessischen Salinen*).

22) von Nauheim nach Bromeis, mit 0,0010 Brommagnesium und 1,0213 spec. Gew.; 23) ebendaher, mit Spuren von Bromnatrium; 24) von Soden mit Spuren von Chlorlithium, Brommagnesium, Quell- und Quellsatzsäure und Thonerde; 25) von Salzhausen mit Spuren von Chlorlithium, Thonerde, organischer Materie und 0,00003 Brommagnesium; 26) von Sooldorf in Hessen-Schaumburg, Bohrloch II. nach Pfannkuch, mit Spuren von Brom- und Jodmagnesium; 27) von Rodenberg in Hessen-Schaumburg (Bohrloch), mit Spuren von Brom- und Jodmagnesium, schwefelsaurem Kali, kohlensaurer Magnesia und Kieselerde.

Nr. 28) Soole von Schweizerhall nach Bolley, enthält in 1000 Gran Wasser 30,5 C.-C. Kohlensäure; spec. Gew. bei 11,5° C. = 1,19216.

Nr. 29) Soole von der Ludwigssaline bei Rappenau in Baden nach Schwarz, mit Spuren von Eisen, Kieselerde, Kali, Brom.

In den Soolquellen zu Frankenhausen in Thüringen fand Kromayer (Chem. Centralbl. 1863, S. 1023): 13,2350 NaO, 0,0678 KO, 0,0003 LiO, 0,1720 CaO, 0,1439 MgO, 0,0040 Fe_2O_3 und Al_2O_3, 0,0017 SrO, 0,3422 SO_3, 0,0718 CO_2, 0,0010 SiO_3, 15,4158 Cl, 0,0008 Br, PO_5 Spur. Aus 100 Pfd. Mutterlauge ließen sich 12 Gran Chlorcäsium gewinnen.

G. Bischof fand in 16 Unzen Wasser des Bades Oeynhausen bei Neusalzwerk (Rehme) aus dem 2220 Fuß tiefen Bohrloch nachstehende Bestandtheile in Gran:

*) Tasche, Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Hessen, 1858.

Chlornatrium	256,396
Chlormagnesium	8,281
Schwefelsaures Kali	0,361
Schwefelsaurer Kalk	22,999
Schwefelsaure Magnesia	19,997
Kohlensaure Kalkerde	6,670
Kohlensaure Magnesia	3,856
Kohlensaures Eisenoxydul	0,513
Kohlensaures Manganoxydul	0,010
Kieselerde	0,357
	319,140

Die meisten westphälischen Soolen halten 7 bis 8 Proc. Kochsalz, nur Neusalzwerk 10½ Proc., und an den beiden Enden des Soolenbezirkes zu Königsborn und Rheine geht der Gehalt auf 5 und 3 Proc. herunter.

5) Chlornatrium im Meerwasser*). Das Meerwasser, fast ¾ der Erdoberfläche bedeckend, enthält etwa 3⅓ bis 4 Proc. verschiedener Salze aufgelöst, hauptsächlich Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia, schwefelsaure Kalkerde und Chlorkalium, und zwar 1 Cubikmeter Meerwasser 26 bis 31 Kilogrm. Chlornatrium, 1 bis 7 Kilogrm. Chlormagnesium, ½ bis 6 Kilogrm. schwefelsaure Magnesia, ½ bis 6 Kilogrm. schwefelsauren Kalk, 1/100 bis 1 Kilogrm. Chlorkalium und überhaupt 40 bis 50 Kilogrm. feste Bestandtheile. Nach Schafhäutl fassen sämmtliche Meere bei 6173666 geographischen Quadratmeilen Oberfläche und 300 Meter Tiefe 2500000 geographische Cubikmeilen Wasser mit einem Gehalt von 3051 Cubikmeilen Chlornatrium, 634 Cubikmeilen schwefelsaurem Natron, 442 Cubikmeilen kohlensaurer Magnesia und 109 Cubikmeilen kohlensaurem Kalk, zusammen 4236 Cubikmeilen, d. h. eine Salzmasse von dem sechsfachen Volum des Alpengebirges.

Die Tiefe verschiedener Meere ist folgende: Ostsee zwischen Deutschland und Schweden 120, Adriatisches Meer zwischen Venedig und Triest 130, Canal zwischen Frankreich und England bei größter Tiefe 300, engster Theil der Straße von Gibraltar 3000, Mittelmeer 2000, Meer an den Küsten Spaniens bis 6000, im Westen des Caps der guten Hoffnung an 56000, im Westen der Insel St. Helena 27000, mittlere Tiefe des Atlantischen Oceans 25000 und des Stillen Oceans 20000 Fuß.

Die Mannigfaltigkeit der Nebenbestandtheile pflegt weniger groß zu sein, als in Salzsoolen. Der Salzgehalt variirt je nach den verschiedenen Gegenden und Tiefen der Meere, so daß derselbe im Allgemeinen z. B. vom Pol nach dem Aequator und von der Oberfläche nach dem Grunde zu zunimmt.

*) Lersch, Hydrochemie, 1864, S. 547.

Es kommen aber hierbei mannigfache Ausnahmen vor. So pflegt der Salzgehalt in der Nähe der Mündung von Strömen geringer zu sein, als in größerer Entfernung von derselben; nach den Jahreszeiten kann derselbe an einer und derselben Stelle des Meeres schwanken in Folge der wechselnden Zuführung größerer oder geringerer Wassermengen. Während der Salzgehalt des Schwarzen Meeres sich beständig vermindert, weil die Wasserzugänge vom Festlande die Verdunstung überwiegen, so ist es mit dem Mittelländischen Meere, dem salzreichsten, umgekehrt, indem die von Süden her über die dürren Flächen Afrikas kommenden heißen trocknen Winde mehr Wasser zur Verdunstung bringen, als zufließt.

Nach Forchhammer (Chem. Centralblatt 1863, S. 721) sind bis jetzt 31 Elemente im Meerwasser aufgefunden, nämlich O, H, N in NH_3, C in CO_2, Cl, Br, J, Fl, S in SO_3, P in PO_5, Si als SiO_3, B als BO_3, Ag, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Fe, Mn, Al, Mg, Ca, Sr, Ba, Li, Cae, Rb und As, (Hg, Tl). Von wesentlichem Einflusse auf die Zusammensetzung des Meerwassers sind nur Chlor, Schwefelsäure, Magnesia, Kalk, Kali und Natron. Setzt man den Gehalt an Chlor = 100, so hat man für die übrigen Verbindungen durchschnittlich

Schwefelsäure	11,89
Kalk	2,96
Magnesia	11,07
Sämmtliche Salze	181,10

Dieses constante Verhältniß der Hauptbestandtheile ist nicht etwa in einer chemischen Verbindung zwischen den genannten Substanzen begründet, sondern nur in der außerordentlich großen Salzmenge im großen Ocean, im Vergleich mit welcher die Salzmengen, die durch die Ströme oder auf andere Weise hinzugeführt werden, verschwindend klein sind. Der mittlere Gehalt der festen Bestandtheile im Meerwasser ist 3,4304 Proc., in den Aequatorialgegenden 3,62 und in den Polargegenden 3,35 Proc. Die spec. Gew. verschiedener Meerwasser sind folgende: nördliches Polarmeer 1,02664, Aequator 1,02785, südlicher Atlantischer Ocean 1,02882, nördlicher Atlantischer Ocean 1,02829, Weißes Meer 1,01901, Schwarzes Meer 1,01418, Ostsee 1,00490, Gelbes Meer 1,02291, Mittelländisches Meer 1,02930.

Die durchschnittliche Zusammensetzung des Meerwassers giebt man wie folgt an:

Chlornatrium	2,700	2,66
Chlorkalium	0,070	Spur
Chlormagnesium	0,360	0,52
Chlorcalcium	—	0,12
Brommagnesium	0,002	Spur
Schwefelsaures Natron	—	0,47
Schwefelsaure Magnesia	0,230	Geringe
Schwefelsaurer Kalk	0,140	Mengen
Kohlensaurer Kalk	0,003	0,02
Kohlensaure Magnesia	—	
Wasser	96,470	96,21
Verlust	0,025	—
	100,000	100,00

Nach Marcet enthält das Meerwasser etwa 4 Proc. feste Bestandtheile und hat ein spec. Gew. bei 15° R. = 18,75° C. von 1,02775 gegen Wasser derselben Temperatur oder von 1,02625 gegen Wasser bei + 4°.

100 Th. Meerwasser enthalten: aus dem Großen Ocean 3,47, aus dem Atlantischen Ocean 3,55, aus der Nordsee 3,43, aus der Ostsee 3,24 und aus dem Mittelmeer 3,76 feste Bestandtheile.

Die Angaben über das Maximum der Dichtigkeit des Meerwassers bei der Temperatur des Gefrierpunktes weichen sehr ab; Erman giebt — 12° R. = — 15° C., Muncke — 5,25° C. und Despretz — 3,67° C. als die Temperatur des Maximums an.

Kühlt sich nach Edland das Meerwasser oberflächlich ab, so sinkt es und macht wärmerem Wasser Platz, bis es bei anhaltender Kälte den Gefrierpunkt erreicht hat. Es erfolgt dann leicht die Bildung einer Eisdecke, wenn das Wasser stark bewegt wird, wenn früher oder an anderen Orten gebildete Eisstücke darauf umhertreiben oder wenn Schnee hineinfällt. Anderenfalls findet Ueberkältung Statt, es kann sich eine bedeutende Schicht überkalten Wassers bilden und bei steigendem Thermometer kann dieselbe von wärmerem Wasser bedeckt werden. In dem überkalten Wasser bildet sich eine gallertartige Eismasse, dem mit Wasser durchtränkten Schnee ähnlich. Starker Wind, Brandung und Beimischung fester Körper verhindern die Ueberkältung des Wassers, welche meist nur fern von den Küsten stattfindet. Nordenskiöld bestätigte auf offenem Meere die Abnahme der Temperatur mit zunehmender Tiefe.

Eigenschaften des Chlornatriums. Das Chlornatrium, NaCl mit 39,34 Na und 60,66 Chlor, findet sich in der Natur zuweilen in reinem Zustande in amorphen Massen oder in Würfeln krystallisirt. Es genügt für gewöhnlich anzunehmen, daß sich dasselbe in kaltem und heißem Wasser gleich-

viel löst, und zwar, daß 100 Th. Wasser 37 Th. Kochsalz auflösen und eine gesättigte Lösung 27 Proc. Kochsalz enthält*).

Genauer lösen 100 Th. Wasser nach Poggiale bei verschiedenen Temperaturen folgende Mengen Kochsalz:

bei — 15° C.	32,73	bei + 40° C.	36,64 Th.
— 10	33,49	60	37,25
— 5	34,22	70	37,88
0	35,52	80	38,22
+ 5	35,63	90	38,87
9	35,74	100	39,61
14	35,87	109,7	40,30
25	36,13		

woraus sich nachstehender Procentgehalt an Salz ergiebt für eine

bei — 15° C. gesättigte Lösung	24,66
0 „ „	26,21
+ 5 „ „	26,27
109,7 „ „	28,75

Auf Grund angestellter Versuche von Gay-Lussac, Bischof, Karsten, v. Unger u. A. sind Formeln construirt, nach denen sich die Löslichkeit bei verschiedenen Temperaturen berechnen läßt (Karsten's Archiv, 2. R., XX. 94; v. Carnall, Preuß. Zeitschr. III. 285). Buchholz giebt eine auf die Gay-Lussac'schen Versuche basirte Formel wie folgt an:

$$s = 36{,}2031 - 0{,}43 \sqrt{t} + 0{,}09344\, t.$$

Es bezeichnet s die Theile Salz, welche 100 Th. Wasser von t° R. auflösen.

Aus den gefundenen Zahlen läßt sich der Procentgehalt = p berechnen, da $p = \frac{100\, s}{100 + s}$.

G. Karsten findet, auf seine Versuche gestützt, folgende Formel:

$$p = 26{,}519 + 0{,}0169559\, t + 0{,}0000901615\, t^2$$

für Celsius'sche Grade und

$$p = 26{,}519 + 0{,}0211949\, t + 0{,}0001408777\, t^2$$

für Reaumur'sche Grade.

Aus diesen Formeln berechnet sich der Werth für p in folgender Weise, d. h. 100 Th. gesättigter Lösung enthalten:

---

*) Warth, Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen, im Berggeist 1866, Nr. 54.

Temperaturgrade Reaumur.	Nach Buchholz.	Nach Karsten.	Temperaturgrade Reaumur.	Nach Buchholz.	Nach Karsten.
0	26,488	26,519	50	27,449	27,931
5	26,313	26,628	55	27,617	28,111
10	26,350	26,745	60	27,787	28,298
15	26,428	26,869	65	28,023	28,492
20	26,551	26,999	70	28,133	28,693
25	26,680	27,137	75	28,309	28,901
30	26,821	27,282	80	28,486	29,116
35	26,970	27,433	85	28,664	29,338
40	27,125	27,592	Siedend	28,763	
45	27,285	27,758			

Auf Celsius'sche Grade umgerechnet, gestalten sich die Karsten'schen Zahlen wie folgt; 100 Th. gesättigte Kochsalzlösung enthalten:

Bei Temperatur Celsius.	Kochsalz. Thle.	Bei Temperatur Celsius.	Kochsalz. Thle.	Bei Temperatur Celsius.	Kochsalz. Thle.
— 14	26,3	+ 42,4	27,4	+ 81,7	28,5
7,3	26,4	46,4	27,5	84,9	28,6
1,1	26,5	50,3	27,6	88,0	28,7
+ 4,7	26,6	54,1	27,7	91,0	28,8
10,1	26,7	57,8	27,8	93,9	28,9
15,3	26,8	61,4	27,9	96,7	29,0
20,3	26,9	64,9	28,0	99,5	29,1
25,0	27,0	68,3	28,1	102,3	29,2
29,6	27,1	71,7	28,2	105,1	29,3
34	27,2	75,1	28,3	107,9	29,4
38,3	27,3	78,4	28,4		

Unter Druck ist das Kochsalz etwas löslicher in Wasser; für 100 Atmosphären Druck nimmt die Löslichkeit um 0,419 zu, wenn man die ganze Menge des ohne Druck gelösten Salzes = 100 setzt. Bis zu 40 Atmosphären Druck ändert sich die Löslichkeit kaum.

G. Karsten hat umfangreiche Versuche angestellt über das Verhalten der Auflösungen des reinen Kochsalzes in Wasser, namentlich über den Zusammenhang des specifischen Gewichts mit dem Procentgehalt bei verschiedenen Temperaturen, über die Temperatur der Gefrier- und Siedepunkte und der Sättigungsgrade, über das Maximum der Dichtigkeit, über die Verdunstungsfähigkeit, die Wärmecapacität und das Wärmeleitungsvermögen der Kochsalzlösungen.

Sämmtliche Resultate aus diesen Versuchen sind auf allgemeine Formeln zurückgeführt (Karsten's Archiv, 2. R., XX. 3.)

Tabelle über Procentgehalt und Siedepunkt der Soolen nach Celsius'schen Graden.

Procentgehalt.	Siedepunkt.	Procentgehalt.	Siedepunkt.	Procentgehalt.	Siedepunkt.
0,0	100,00	5	101,10	20	105,81
0,1	100,02	6	101,34	21	106,16
0,2	100,04	7	101,59	22	106,52
0,3	100,06	8	101,85	23	106,89
0,4	100,08	9	102,24	24	107,27
0,5	100,10	10	102,38	25	107,65
1,0	100,21	12	102,94	26	108,04
1,5	100,31	15	103,83	27	108,43
2,0	100,42	16	104,14	28	108,83
2,5	100,53	17	104,46	29	109,04
3	100,64	18	104,79	29,5	109,25
4	100,87	19	105,28		

Eine gesättigte Kochsalzlösung mit 29,4 bis 29,5 Proc. Kochsalz siedet demnach unter einfachem Atmosphärendruck bei 109,25° C.

Tabelle über Procentgehalt und Gefrierpunkt der Soolen nach Celsius'schen Graden.

Procentgehalt.	Gefrierpunkt.	Procentgehalt.	Gefrierpunkt.	Procentgehalt.	Gefrierpunkt.
0,0	0,0	3	2,28	10	7,44
0,5	0,38	3,5	2,66	12	8,88
0,7	0,54	4	3,03	15	10,99
0,8	0,61	5	3,78	20	14,44
0,9	0,69	6	4,52	24	17,11
1	0,76	7	5,26	26	18,42
2	1,52	8	5,99	29	20,37
2,5	1,90	9	6,72		

Hiernach liegt der Gefrierpunkt, wo die Eisbildung beginnt, um so tiefer, je concentrirter die Lösung. Bei dem Gefrieren wird aber unter Entstehung einer concentrirteren Lösung Wasser zu Eis, welches, wahrscheinlich als zufälligen Bestandtheil, um so mehr Kochsalz zurückhält, je concentrirter die Lösung. Bei der Concentration einer Lösung von 5 auf $6\frac{1}{2}$ Proc. Kochsalz enthält das Eis z. B. 2 Proc., bei Concentration von 12 Proc. auf $13\frac{1}{2}$ Proc. an $4\frac{4}{5}$ Proc. Kochsalz zurück. Lösungen mit über 26,3 Proc. Salzgehalt, deren Gefrierpunkt unter — 18,42° C. liegen würde, können nicht mehr ohne Salzausscheidung gefrieren, weil schon bei obigem Salzgehalt bei — 14° C. Sättigung eintritt.

Bei der weiter unten folgenden Bestimmung des Salzgehaltes von natürlichen Salzsoolen wird eine Tabelle mitgetheilt werden, welche den Zusammen-

hang zwischen specifischem Gewicht, Procentgehalt und Pfündigkeit reiner Kochsalzlösungen ersehen läßt *).

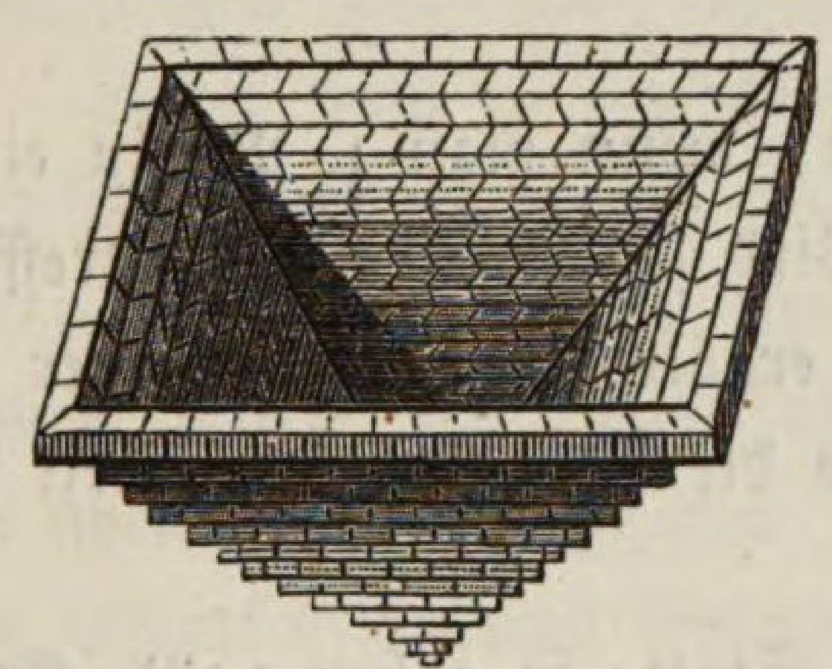
Die neuesten Untersuchungen mit chemisch reinem Kochsalz haben nach Gerlach nachstehende Verhältnißzahlen ergeben:

Procente.	Spec. Gew.	Procente.	Spec. Gew.	Procente.	Spec. Gew.
1	1,00725	10	1,07335	19	1,14315
2	1,01450	11	1,08097	20	1,15107
3	1,02174	12	1,08859	21	1,15931
4	1,02899	13	1,09622	22	1,16755
5	1,03624	14	1,10384	23	1,17580
6	1,04366	15	1,11146	24	1,18404
7	1,05108	16	1,11938	25	1,19228
8	1,05851	17	1,12730	26	1,20098
9	1,06593	18	1,13523	26,395	1,20433

Nach Michel und Krafft enthält ein Liter bei 15° C. gesättigter Kochsalzlösung 318,479 Grm. Salz und 888,669 Grm. Wasser bei 1,207148 spec. Gew.

Wird eine gesättigte Kochsalzlösung langsam verdunstet — durch Abkühlung einer heiß gesättigten Lösung entstehen keine Krystalle —, so krystallisiren kleine Würfel aus, welche sich so an einander gruppiren, daß vierseitige, innen hohle Pyramiden mit treppenförmigen Wänden (Fig. 1) von 2,078 spec. Gew. bei + 4° entstehen. Chemisch gebundenes Wasser nehmen die Krystalle nicht auf, es bleibt aber zwischen den Krystallflächen Mutterlauge mechanisch eingeschlossen, so daß die Krystalle beim Erhitzen bis zu 225° C. durch das dampfförmig werdende Wasser, welches einen Druck von etwa 20 Atmosphären ausübt, zersprengt werden (Verknistern, Verkrachen). Grobkörniges Salz enthält mehr Wasser (bis 3 Proc. und mehr), als feinkörniges (0,5 bis 1,5 Proc.) und der Gehalt daran vermindert sich durch anhaltendes Trocknen.

Fig. 1.



In wäßrigem Weingeist ist das Salz löslich, weit weniger aber in absolutem Alkohol. Es lösen nach Gerardin 100 Th. Weingeist von 0,9282 spec. Gew. bei der Temperatur t S Gewichtstheile Kochsalz:

t.........	4°	10°	13°	23°	32°	44°	51°	60°
S.........	10,9	11,1	11,4	11,9	12,3	13,1	13,8	14,1

Nach Schiff sind in 100 Th. bei 15° C. gesättigter Weingeistlösung

*) Bischof in Karsten's Archiv, 1. R., XI. 221.

von verschiedener Verdünnung (P giebt den Gehalt des Weingeistes an wasserfreiem Alkohol nach Gewichtsprocenten an) folgende Mengen M Chlornatrium enthalten:

									Holzgeist.
P.........	0	10	20	30	40	50	60	80	40
M.........	26,4	22,2	18,4	14,9	11,7	8,9	5,6	1,2	13,0

Nach Wagner lösen 100 Th. Weingeist von 95,5 Proc. bei 15° C. 0,172 Th., von 75 Proc. 0,7 Th. bei 15° und 1,03 Th. bei 71,5° C.

Ueber die Löslichkeitsverhältnisse der isomorphen Haloidsalze Chlornatrium, Bromnatrium und Jodnatrium hat v. Hauer (Erdmann's Journal 98, 145) Untersuchungen angestellt.

Werden zu einer gesättigten Kochsalzlösung *) andere Salze gesetzt, so kann, nach Karsten, folgendes Verhalten eintreten:

a) Es findet eine Absonderung des Kochsalzes Statt, z. B. bei Zusatz von Salmiak, Natronsalpeter, Chlorkalium, indem sich diese Salze auflösen. Fügt man umgekehrt zu den gesättigten Lösungen dieser Salze Kochsalz, so scheiden sich erstere unter Auflösung des Kochsalzes ab.

b) Es wird nicht das Kochsalz, sondern das Zusatzsalz ausgeschieden. In einer gesättigten Lösung von Kochsalz löst sich krystallisirtes Glauber- und Bittersalz klar auf. Gesättigte Lösungen von Glauber- und Bittersalz lösen die ersten Antheile von Kochsalz klar auf, dann werden erstere in schönen Krystallen theilweise ausgesondert.

c) Es findet gar keine Absonderung Statt, wenn man z. B. in einer gesättigten Kochsalzlösung Kalisalpeter auflöst. Wird letzterer bei der betreffenden Temperatur bis zur Sättigung zugesetzt, so erhält die Lösung wieder die Fähigkeit, noch Kochsalz aufzunehmen, so daß also die Auflösungsfähigkeit des einen Salzes durch das andere gesteigert wird.

d) Es findet ein Umtausch der Bestandtheile Statt; so geben z. B. Kochsalz und Zinkvitriollösung schwefelsaures Natron und Chlorzink.

In vielen Fällen erhöhen in Gemischen verschiedener Salzlösungen Salze mit verschiedenen Basen und verschiedenen Säuren, indem eine doppelte Zersetzung stattfindet, gegenseitig ihre Löslichkeit, während Salze, welche eine gemeinschaftliche Säure oder Base haben und sich also nicht umsetzen können, ihre Löslichkeit gegenseitig vermindern.

Eine scheinbare Minderauflöslichkeit des Kochsalzes in kaltem Wasser findet nach Fuchs Statt, wenn dasselbe mit sehr leicht auflöslichen Salzen, wie Chlormagnesium und Chlorcalcium verunreinigt ist. Diese Salze, welche in höherer Temperatur in ihrem eigenen Krystallisationswasser aufgelöst erhalten

*) Verhalten gemischter Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium und Chlorammonium im Berggeist 1866, S. 283.

werden, entziehen dem Kochsalz beim Sinken der Temperatur einen Theil Wasser und dasselbe scheidet sich in sehr reinem Zustande aus. Aus diesem Verhalten erklärt sich auf Salinen der Absatz sehr schöner Kochsalzkrystalle beim längeren Stehen der an den oben genannten Salzen reichen Mutterlaugen, ferner die Bildung von grobkörnigem Salz aus einer Salzlösung, welche viel Chlormagnesium enthält. Bei einem gewissen Verhältniß zwischen Kochsalz und Chlormagnesium tritt indeß beim Verdampfen der Lösung ein anderes Verhältniß ein; hat sie nämlich einen bestimmten Concentrationsgrad erreicht, so setzen sich keine Krystalle mehr ab, sondern es entsteht eine die Verdampfung behindernde Salzhaut, die sich beim Zerstören schnell erneuert. Eine gesättigte Kochsalzlösung kann noch 2 bis 3 Proc. anderer Salze, wie schwefelsaures Kali, Natron, Magnesia &c. auflösen, woher manche natürliche Salzsoolen den Gehalt von 29 bis 30 Proc. (Löthigkeit) zeigen.

Aus einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia und Chlornatrium krystallisirt in Frostkälte schwefelsaures Natron aus und Chlormagnesium bleibt in Lösung, während beim Verdampfen in höherer Temperatur keine vollständige Wechselzersetzung der Salze eintritt. Die Gewichtsverhältnisse, in denen sich die Salze in Auflösung befinden, üben auf diese Umsetzungen noch einen besonderen Einfluß aus und erschweren deren richtiges Erkenntniß, so daß die Vertheilung der Salzbilder und Säuren auf die Metalle und Basen nach den analytischen Resultaten immer eine willkürliche bleibt.

Leitet man in eine Kochsalzlösung salzsaures Gas ein, welches bei manchen Processen als werthloses Nebenproduct erfolgt, so schlägt sich, nach Margueritte (Dingler's Journ. 141, 387) und Reinsch (Wagner's Jahresber. 1862, S. 223), alles Salz bis auf einige Tausendtheile nieder und die überstehende Flüssigkeit giebt verkäufliche Salzsäure. Aus einer Lösung von Chlorkalium und Chlornatrium schlägt sich beim Einleiten von salzsaurem Gas zuerst letzteres nieder, so daß durch dieses Verfahren beide Salze bis zu einem gewissen Grade getrennt werden können. Schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium werden nicht gefällt. Es wird sich dieses Verfahren vielleicht mit Vortheil zur Darstellung von sehr reinem Kochsalz, zur Gewinnung von rohem Kochsalz und zur Abscheidung des Chlorkaliums aus der Mutterlauge der Salzgärten anwenden lassen. Schrader (Dingler's Journ. 166, 55) erhielt abweichende Resultate.

Bei — 15° schießen aus einer gesättigten Kochsalzlösung leichtzerfließliche tafelförmige Krystalle an, ein Hydrat des Kochsalzes mit 38 Proc. Wasser, nach Mitscherlich $NaCl + 4 HO$. Bei — 10° verlieren die Krystalle, selbst mitten im Wasser ihren Wassergehalt. Aus Lösungen, welche phosphorsaure Salze enthalten, krystallisirt das Kochsalz in Oktaedern aus. Beim Auflösen von Kochsalz in Wasser findet eine Volumverringerung Statt. Nach

Schiff giebt eine Lösung mit 26,4 Proc. Kochsalz ein Volum von 0,969, während dasjenige ihrer Bestandtheile = 1 ist.

Das reine Kochsalz ist geruchlos, schmeckt rein salzig, wird an der Luft weder feucht, noch verwittert es und verflüchtigt sich bei erhöhten Temperaturen (Fresenius' Zeitschr. 6, 217), nachdem bei Rothglühhitze Schmelzung eingetreten ist. Schon bei schwacher Rothglühhitze unter Zutritt von atmosphärischer Luft ist das Kochsalz geneigt, sich allmälig in Dampf zu verwandeln. Durch dampfförmige Schwefelsäure oder in Berührung mit Kiesel- und Thonerde (Schafhäutl'sches Pulver) wird das Kochsalz in der Hitze unter Entbindung von Chlorgas oder salzsaurem Gas (bei Anwesenheit von Wasserdämpfen) zerlegt. Mit schwefelsaurem Blei- und Zinkoxyd schmilzt das Kochsalz schon bei Dunkelrothgluth zusammen und giebt Dämpfe von Chlorblei und Chlorzink, während freies Blei- und Zinkoxyd nicht davon angegriffen werden, wohl aber Antimonoxyd und Antimonsäure unter Bildung von dampfförmigem Chlorantimon. Schwefelsaures Kupferoxyd schmilzt damit unter Entlassung von flüchtigem Chlorid zu einer undurchsichtigen Masse; das Kupferchlorid zerlegt sich bei höherer Temperatur in Chlor und weniger flüchtiges Chlorür. — Wasserdampf zersetzt das Chlornatrium bei hoher Temperatur nur bei Gegenwart von Kieselsäure. Beim Erhitzen mit Steinkohle in einem bedeckten Tiegel während einer sechsstündigen schwachen Glühhitze zersetzte sich das Kochsalz nach Mulder theilweise, indem 42 Th. unzersetztes Salz und 9 Th. Natron zurückblieben, das Uebrige sich verflüchtigte.

Vor dem Löthrohr auf Kohle erhitzt, schmilzt das Kochsalz, zieht sich in dieselbe ein und giebt bei fortgesetztem Blasen einen weißen Beschlag nahe an der Probe. Auf Platindraht schmilzt dasselbe leicht, färbt die äußere Flamme gelb und verflüchtigt sich allmälig ohne Geruch. Im Glaskolben erhitzt, entweicht unter Decrepitiren gewöhnlich etwas Wasser, welches weder sauer noch alkalisch reagirt.

Darstellung des Kochsalzes.

Darstellungsmethoden*). Das Kochsalz stellt man dar:

1) aus dem Steinsalz, welches bergmännisch gewonnen und nöthigenfalls raffinirt wird;

2) aus Salzseen;

3) aus Meerwasser und

4) aus Salzsoolen.

Ob man das Kochsalz zweckmäßiger als Steinsalz oder als Salzsoole gewinnt, hängt hauptsächlich von der Art seines Vorkommens ab, ob sich dasselbe massig und rein oder mit Thon, Gips ꝛc. vermengt findet, ob das Salzlager ganz oder nahe an der Oberfläche getroffen wird oder in größerer Tiefe u. dgl. m.

Die Steinsalzgewinnung erfordert der Siedsalzgewinnung gegenüber kostspieligere Vorrichtungen, namentlich häufig bedeutende Wasserhaltungskosten und pflegt nur dann zu rentiren, wenn bei massenhafter Production die Verfrachtungsverhältnisse günstig und bei der Wohlfeilheit des Salzes hohe Steuern oder sonstige den gewerblichen Consum hemmende Beschränkungen nicht vorhanden sind. Als Speisesalz ist dasselbe meist nicht tauglich, weil es mit Chlormagnesium angefüllte Blasenräume besitzt, wodurch es einen bitteren Geschmack erhält und beim Zerkleinern an der Luft feucht wird. Bedarf dasselbe, um für den häuslichen Gebrauch anwendbar gemacht zu werden, einer Umsiedung, so kommt es meist billiger, das Salz in der Grube zu einer gesättigten Soole aufzulösen und diese zu Tage zu heben. Kosten und Verluste bei der Soolbereitung über Tage machen eine solche in der Grube meist vortheilhafter.

Aus seinen Lösungen (Soolen) kann das Kochsalz nur durch Wasserentziehung abgeschieden werden, welche man bei schwächeren Soolen seltener durch Frost (Meerwasser), als durch Verdunstung mittelst Sonne und Luft (Seesalzgewinnung, Gradirung), bei concentrirteren durch Verdampfen mittelst Feuers veranlaßt.

---

*) Karsten, Lehrbuch der Salinenkunde, Berlin 1846; Behne in Karmarsch's Supplementen zu Prechtl's techn. Encyklopäd. 1865, Bd. 4, S. 58; Koch-Sternfeldt, Die deutschen, insbesondere die österreichischen und bayerischen Salinen, München 1836; Chem.-technol. Werke von Knapp, Bolley u. A.

A. Bergmännische Gewinnung des Steinsalzes.

Abbaumethoden. Für die bergmännische Gewinnung eignet sich nur das in größeren Massen rein vorkommende Steinsalz. Die hierbei stattfindenden Abweichungen sind dadurch bedingt, daß reinere Steinsalzmassen mehr oder weniger nahe an der Erdoberfläche sich finden, wonach man die Bergwerke entweder durch Aufdeckbarkeit steinbruchähnlich (Cardona) oder durch ordentlichen Grubenbau betreibt (Wieliczka, Bochnia, England, Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall, Staßfurt, Erfurt, Stetten ꝛc.). Ob man das Salzlager durch Schächte oder Stollen aufschließt, hängt von Terrainverhältnissen und der Tiefe desselben ab. Der Abbau des Steinsalzes wird dadurch begünstigt, daß dasselbe wegen seiner Cohärenz meist keine Unterstützung der ausgehauenen Räume verlangt und der das Salz umgebende Thon den Zutritt des Wassers zum Lager beschränkt. Sinkwerksbetrieb (siehe weiter unten) eignet sich für massig gelagerte reinere Steinsalzpartien nicht, indem das Wasser vorzüglich in den mit Thon ausgefüllten Klüften sich Bahn bricht und das feste Steinsalz stehen läßt.

Die üblichen bergmännischen Abbaumethoden bestehen im Allgemeinen darin, daß man im Steinsalzgebirge die Steinsalzmassen in mehr oder weniger regelmäßigen Räumen durch Bohren und Schießen oder durch Fimmel lostrennt, zwischen denen Steinsalzpfeiler stehen bleiben. Ein solcher meist unregelmäßiger Abbau findet in den älteren Steinsalzbergwerken noch mehr oder weniger Statt, z. B. der Glockenbau in den südöstlichen Karpathenländern, Kammerbau zu Wieliczka und Bochnia ꝛc. Bei neueren Anlagen gewinnt man das Salz durch einen regelmäßigen Pfeilerbau (Wilhelmsglück, Staßfurt, Erfurt, Stetten).

Beispiele. 1) Zu Cardona in Catalonien ist das einen länglichen, sehr mächtigen Stock bildende Steinsalz in die Schichten eines Sandsteines eingeschlossen, welcher auf Nummulitenkalk liegt. Das Steinsalz kommt in zwei mit einander zusammenhängenden Massen vor, von denen die obere, auf 130 Meter Länge und 260 Meter Breite entblößt, bis zu einer gewissen Tiefe etwa 8 regelmäßige, durch röthliche Mergel getrennte Lagen von großer Reinheit bei undeutlich blättrigem Gefüge und von etwa 15 Meter Mächtigkeit bildet. Die die Salzmasse bedeckenden Sandsteinschichten theilen sich in ihrer Nähe und fallen bei 18 bis 20° Neigung theils nach Osten, theils nach Westen. Die zweite, mit der oberen verbundene ungeschichtete Salzmasse von 80 bis 100 Meter Höhe bildet den Thalgrund und ist meist röthlich gefärbt. Wo die Sandsteinschichten diese Masse nicht bedecken, hat dieselbe ganz das Ansehen eines Gletschers.

Man gewinnt das Salz, welches reiner als das von Wieliczka und Northwich ist, mittelst strossenartiger Aufdeckarbeiten durch Bohren, Schießen und durch Fimmel.

2) Zu Wieliczka*) in Galizien finden sich mächtige Steinsalzlager im Tertiärgebirge, welche aus Lagern und mächtigen Klumpen von Salz, durch Thon, Mergel und Anhydrit getrennt, bestehen. Seit fünf Jahrhunderten durch großartige unterirdische Baue geöffnet, hat der Bergmann in der Lagerstätte von jeher drei, durch ihre eigenthümlich körnige Zusammensetzung und verschiedene Beimengungen charakterisirte Salzvarietäten unterschieden, Krystallsalz, Grünsalz, Spisa oder Spiza und Szybiker Salz. Letzteres hat sich in der unteren Abtheilung des Flötzes in mächtigen Lagern abgesetzt; dasselbe ist grobkörnig, hellgrau und enthält die wenigsten fremden Beimischungen.

Die mittlere Abtheilung des Lagers wird von dem Spisa- oder Anhydritsalz gebildet, aus dünnstengeligen Krystallen bestehend, feinkörnig, dunkelgrau von beigemengtem Thon und feine Körner von Quarz, Mergel und Anhydrit schichtweise vertheilt enthaltend, mit Lagen von Konchylien und Braunkohlen.

Ueber diesen beiden, eine Art von Schichtung zeigenden Salzvarietäten erscheint durch Salzthon- und Anhydritschichten davon getrennt das Grünsalz in mächtigen, meistens länglichen Klumpen bis zu 450 C.-M. Volum, grobkörnig, gemengt mit grauem Thon und mit Gipsnadeln, ins Schmutzig-Grünliche spielend.

Fig. 2 stellt das Steinsalzlager von Wieliczka dar. *a* gelber Sand; *b* rother Lehm; *c* Triebsand; *d* grauer Mergel mit Geschieben; *e* Karpathensandstein; *f* grauer bituminöser Schiefer; *g* Grünsalz; *h* Spisa; *i* Szybiker Salz; *k* Mergel mit Fasergips; *l* Sandstein; *m* Salzgebirge.

Der Abbau des Steinsalzes ist auf verschiedene Sohlen oder Stockwerke vertheilt, deren jedes einem Steinsalzlager entspricht. Die erste Sohle liegt 100, die dritte 700 bis 800 Lachter tief. Der untere, nur noch allein bebaute Stock liefert das meiste und weißeste Salz.

Es sind auf dem Lager 12 Schächte zur Förderung und Fahrung niedergebracht. Die Salzgewinnung erfolgt durch den sogenannten Kammerbau. Der Abbau findet nämlich firstenmäßig Statt, indem man das Salz mittelst Sprengens, Fimmels und Brechstangen gewinnt. Es entstehen bei dieser Art des Abbaues kegelförmige Räume (Kammern), bis 50 und mehr Lachter hohe Strecken und Weitungen, welche durch stehengelassene Pfeiler von unreiner Salzmasse gehalten werden. Die Baue haben eine Längenausdehnung

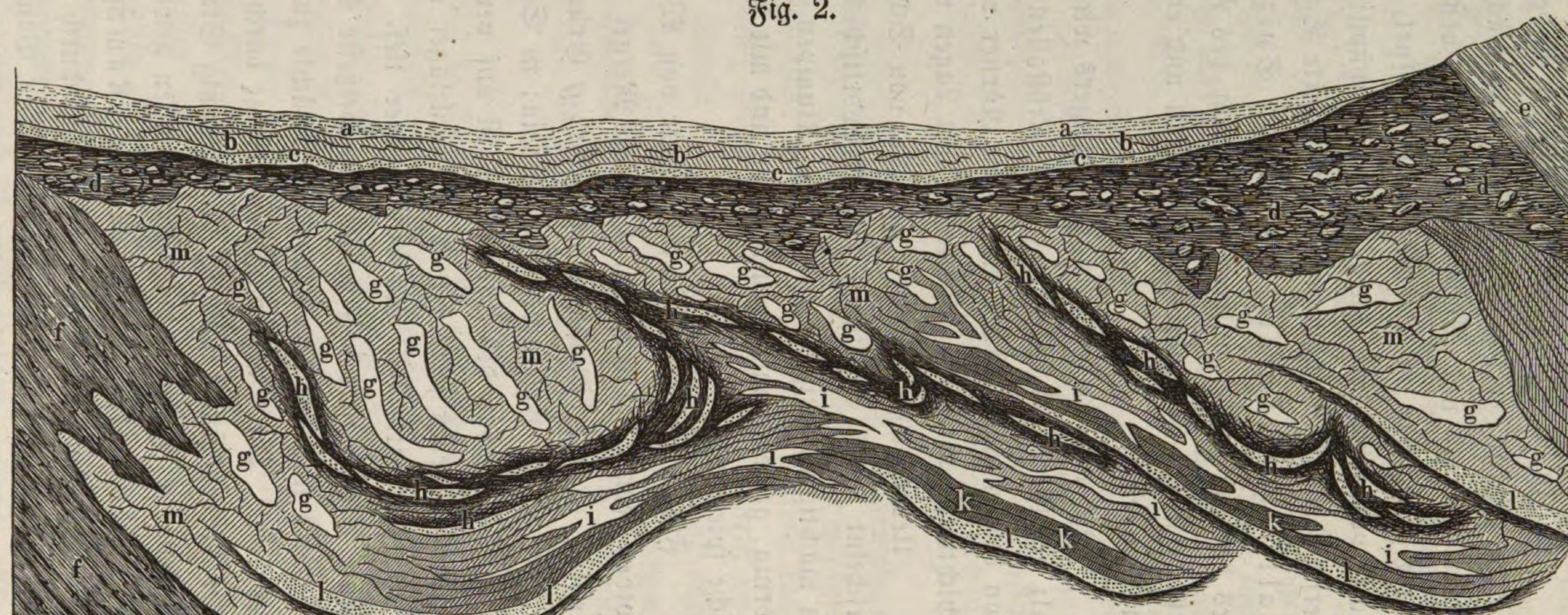
*) Wagner's Jahresber. 1862, S. 218; Leobener Jahrbuch 1857, Bd. 6; Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline, Wien 1842; Bergwerksfreund 5, 460.

von mehr als 1500 Lachter und eine Breitenausdehnung von etwa 700 Lachter. Beim Verhauen des Salzes ist eine besondere Sorgfalt darauf zu richten, daß dasselbe nicht bis ans taube Gebirge gänzlich weggenommen wird, weil sonst die Decken der Kammern leicht einstürzen. Nur beim Spisasalz ist das umgekehrte Verfahren nothwendig, wegen dessen geringeren Zusammenhanges. Es müssen dann die Firsten noch durch Stehenlassen von Pfeilern unterstützt werden. Das Grubenwasser wird in hölzernen Rinnen einem Hauptwasserförderschacht zugeführt. Die reinsten Salzblöcke werden in die Form von 3 Fuß hohen und 2 bis 2 1/2 Fuß dicken Cylindern (Balvanen) gebracht und sind so für weiteren Transport geeignet, die kleineren Stücke werden im Lande selbst verbraucht. Die Streckenförderung geschieht durch Pferde, welche bald erblinden.

Durch nicht sehr tief angesetzte Stollen führt man die Tageswasser ab, welche durch die Dammerde hindurchsickern.

Das bis 300 Fuß mächtige Steinsalzlager zu Bochnia in Galizien ist dem Wieliczkaer im Allgemeinen ähnlich, der Bau desselben aber einfacher.

Fig. 2.



Zu Wieliczka werden jährlich über 1 Million, zu Bochnia an 400000 Ctnr. Steinsalz gefördert. Siebenbürgen liefert etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen, Marmarosch 80000 Cntr. Steinsalz. Auf sämmtlichen österreichischen Werken gewinnt man jährlich 3 bis 4 Millionen Ctnr.

3) Glockenbau wird in Siebenbürgen und der Marmarosch in der Weise betrieben, daß man mit einem Stollen (behuf Wasserabführung) den Kopf des Stockes anfährt, auf demselben mit einem Förder- und Fahrschacht niedergeht und die Salzmasse in bis über 150 Meter tiefen und unten bis 140 Meter weiten Kammern (Glocken) aushaut.

4) In England*) finden sich die Hauptablagerungen von Steinsalz in New red Sandstone, welcher die Bildungen des bunten Sandsteines und Keupers zu vereinigen scheint, während die sonst beide trennende Schicht des Muschelkalks fehlt. Solche Lager trifft man z. B. in der Grafschaft Cheshire unweit Northwich von ovaler Form und zwar von 2600 Yards à 3 Fuß großem und 1300 bis 1400 Yards kleinem Durchmesser. Die daselbst bekannten beiden Lager haben nur ein geringes Einfallen; das obere ist bei 30 bis 40 Yards getroffen, auf dem unteren liegt bei etwa 112 Yards Tiefe allein der Abbau, weil das Salz hier reiner, jedoch von beigemengten rothen Thontheilen mehr oder weniger rothgefärbt ist. Man ist mit zwei Schächten niedergegangen und baut das Salz strossenmäßig ab. Die Strossen sind etwa 30 Yards breit und 5 Yards hoch und es bleiben in Entfernungen von 30 Yards 5 bis 7 Yards im Quadrat starke Pfeiler zur Unterstützung des Hangenden stehen. 15 bis 20 Arbeiter sind vor einer 30 Yards breiten Wand beschäftigt, dieselbe mit einer Spitzhaue etwas zu unterschrämen, an den Seiten das Salz einzuschlitzen und dann die unterschrämte Wand mittelst 3 Fuß tiefer Bohrlöcher durch Pulver wegzusprengen. Zum Schrämen bedient man sich zweckmäßig solcher Keilhauen, deren Keil vom Helm zu trennen ist und mittelst einer Schraube daran befestigt werden kann. Man braucht bei dieser Einrichtung nur die Keile nach dem Stumpfwerden ein- und auszuschaffen, wodurch die Förderung erleichtert wird. Das Salz wird durch Pferde auf Schienenwegen an den Schacht gefördert und mittelst einer Dampfmaschine in runden hölzernen Gefäßen von 15 bis 20 Ctnr. Inhalt zu Tage geschafft.

Man unterscheidet zwei Sorten Steinsalz, Best picked Rock oder Prussian Rock und Inferior Rock. Ein Theil des Salzes wird durch Auflösen und Versieden raffinirt, ein anderer gemahlen und gesiebt in den Handel gegeben.

Das Steinsalz wurde zuerst im Jahre 1670 in der Grafschaft Cheshire entdeckt. Die beiden Steinsalzschächte zu Windsford liefern jährlich 3- bis

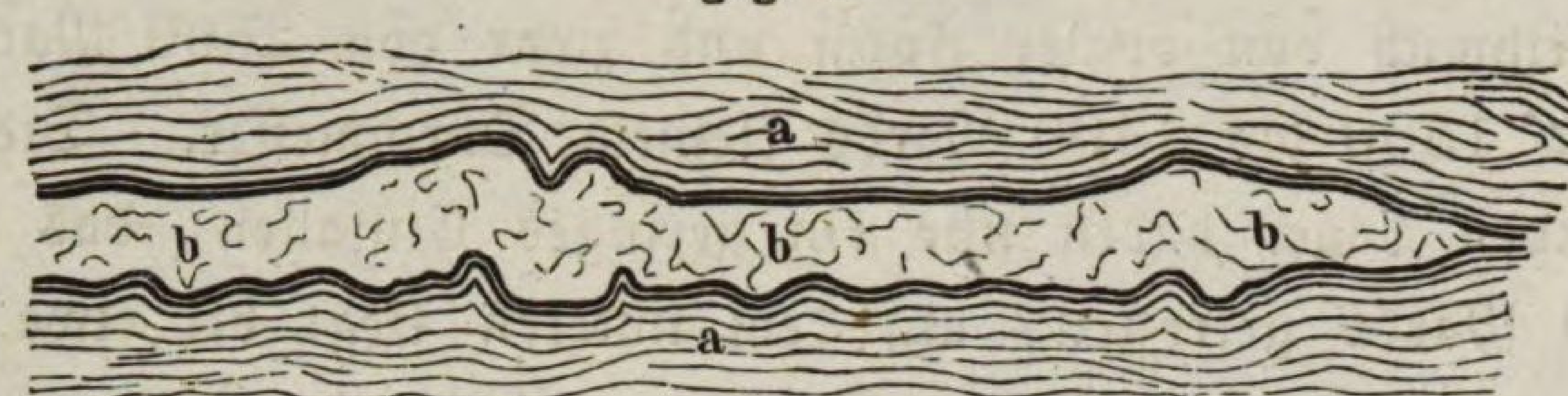
---

*) Lindig und Grund in Preuß. Ztschr. 1857, S. 141; v. Hingenau in Oesterr. Ztschr. 1863, Nr. 17; Knapp im Bergwerksfreund 11, 514.

4000, die Northwicher Minen 40- bis 50000 Tonnen Steinsalz. Nur der geringere Theil Salz wird in der Grafschaft Chester durch Bergbau, der größte aus in Soolschächten erhaltener Soole gewonnen.

5) Das Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück bei Hall in Würtemberg. Dasselbe hat die Form einer etwas geneigt liegenden, platt gedrückten Bohne, etwa 1100 Fuß Länge von Osten nach Westen und in der Mitte 28 Fuß Mächtigkeit. Von Norden nach Süden ist das Lager etwa 2700 Fuß lang aufgeschlossen, ohne das Ende desselben erreicht zu haben. Das Steinsalzlager besteht aus einer compacten, körnigen Salzmasse mit kleinen Partien von Thon, Gips und Anhydrit; das Hangende und Liegende bilden Gips und Anhydrit und das Saalband eine 1 Zoll starke Lage Salzthon. Fig. 3 und 4 stellen das Lager dar, und zwar Fig. 3 dessen Längen-

Fig. 3.



profil von Süden nach Norden und Fig. 4 dessen Querprofil von Osten nach Westen. *a* Anhydrit; *b* Steinsalz.

Fig. 4.



Man hat das Lager mit einem 332⅓ Fuß tiefen saigern Schacht angefahren, welcher als Förder- und Soolschacht dient; ein Treppenschacht erleichtert das Ein- und Ausfahren und die Wettercirculation.

Die Gewinnung des Steinsalzes geschieht durch einen sehr regelmäßigen Pfeilerbau auf der oberen Hälfte des Lagers. Man richtet zunächst mittelst Schießarbeit ein System von rechtwinklig sich schneidenden Strecken von 6,4 Fuß Höhe und 12,8 Fuß Breite vor, welche Sicherheitspfeiler aus Salz mit quadratischem Querschnitt von je 12,8 Fuß Seite umschließen, die sich mit ihrer Firste an das Dach des Salzlagers anlegen und an den Stößen mit Keilhauen genau senkrecht nachgehauen werden. Alsdann wird das unter den Vorrichtungsstrecken anstehende Salz stroffenweise bis zur Sohle des Lagers weggeschossen und der Stoß des stehen bleibenden Sicherheitspfeilers mit der Keilhaue senkrecht abgeflächt. Das gewonnene Salz wird in der Grube geschieden, die reinen Partien in Stücken zu Tage gefördert, die unreinen aber

in der Grube aufgelöst und als gesättigte Soole gefördert. Man gewinnt in 8 Stunden etwa 20 Ctnr. Salz.

Das ausgeförderte reine Salz wird mit großen Fäusteln zerschlagen; die abgeschiedenen unreinen Stücken wirft man in einen Sumpf, in welchem sich dadurch die aus der Grube gehobene Soole bis zu 20 Pfd. auf den Cubikfuß anreichert. Das reine Salz wird klein gewalzt, dann auf gewöhnlichen Mahlgängen zu Pulver gemahlen und verpackt. Solches gemahlenes Salz besteht, nach Fehling, aus:

Chlornatrium	98,94
Schwefelsaurem Kalk	0,16
Chlorcalcium	0,02
Kohlensaurem Kalk	0,07
Kohlensaurer Magnesia	0,10
Thon und Eisenoxyd	0,60
	99,89

Dadurch, daß man in neuerer Zeit die Stroffen nicht mehr aus dem Ganzen wegschießt, sondern dieselben zuvor mit Wasser abschlitzt, sind die Gewinnungskosten bedeutend herabgegangen. Bei den Pfeilern wird zuerst an der Firste ein Bohrloch von ungefähr einer Klafter eingeschlagen und in dasselbe langsam Wasser eingelassen. Durch den fallenden Tropfen wird nach der ganzen Länge ein Schram von etwa 2 Zoll ausgehöhlt und dann die Sprengarbeit begonnen.

Die Selbstkosten pro Ctnr. Salz betrugen in einem der letzten Jahre 34,20 Pf.

Die Grube producirt jährlich etwa 420000 Ctnr., von denen 70000 Ctnr. aufgelöst, 160000 Ctnr. als Vieh- und Speisesalz und 190000 Ctnr. an Fabrikanten verkauft werden. Der Verkaufspreis beträgt 1 Thlr. bis 1 Thlr. 8 Sgr. 1 Pf. der Ctnr.

Das Steinsalz ist oft so rein, daß es selbst in größeren Massen kaum $1/_{1000}$ fremder Stoffe enthält. Das in den Handel kommende gemahlene Steinsalz enthält selten mehr als 1 Proc. Thon.

6) Die Salzkammergüter liefern im Verhältniß zum Sudsalz, wofür die Soole durch Sinkwerksbetrieb gewonnen wird, nur wenig dort vorkommendes Steinsalz (Kernsalz, Bergkern), welches, obgleich eben so rein wie das galizische, in den deutschen Staaten Oesterreichs nur als Viehsalz und zu Jagdsulzen für das Wild verwendet wird. In den polnischen Provinzen der Monarchie wird dasselbe auch von Menschen genossen, trotz der Gips- und Salzthontheile. Hallstadt, Ebensee und Ischl liefern jährlich zusammen etwa 6800 Ctnr., Hallein 4000 Ctnr., Aussee 3500, Hall in Tyrol 400 Ctnr. Steinsalz. 1 Cubikfuß Ausseer Steinsalz wiegt 130 österreichische Pfund.

7) Das Staßfurter Steinsalzlager*) hat besondere Berühmtheit erlangt durch die auf dem Steinsalze aufgelagerten Kalisalze (Abraumsalze), welche hauptsächlich auf Chlorkalium und die davon erfolgenden Mutterlaugen auf Brom verarbeitet werden.

Die südliche Hälfte des großen norddeutschen Beckens wurde schon längst als die Lagerstätte mächtigen Steinsalzes bezeichnet. Die geognostischen Verhältnisse — das Auftreten des Gipses und Anhydrits —, die an verschiedenen Punkten zu Tage tretenden oder künstlich aufgeschlossenen Soolquellen erleichterten die Bezeichnung der Punkte, wo Steinsalz aufgesucht werden müsse.

Die meisten Untersuchungen, mit gutem Erfolg gekrönt, begnügten sich damit, das Salz zu erbohren und aus dem Tiefsten die möglichst gesättigte Soole zu heben. Nur an zwei Punkten — zu Staßfurt im Magdeburg-Halberstädter Becken und zu Erfurt im Thüringer Becken — wurde Steinsalz durch Schächte wirklich aufgeschlossen. Dasselbe liegt bei Staßfurt im Gebiete des bunten Sandsteins, bei Erfurt im Muschelkalke. Das Salzlager wurde zu Staßfurt durch ein Bohrloch bis zu einer Mächtigkeit von über 1000 Fuß und durch Schächte und Strecken bis zu einer Mächtigkeit von etwa 600 Fuß untersucht, ohne das Liegende des Steinsalzes aufzudecken. — Aller Wahrscheinlichkeit nach hat man es in der Süd-Egelnschen Mulde, welcher Staßfurt angehört, mit zwei Salzlagern zu thun, von denen das eine bei Schönebeck im oberen bunten Sandstein, das andere bei Staßfurt unter dem Roggenstein in der unteren Abtheilung des bunten Sandsteins liegt. Entspricht die innere Ausfüllung der Mulde den äußeren Anzeichen, so ist, in Uebereinstimmung mit der Wichtigkeit, die Flächenausdehnung der Salzablagerungen eine ganz bedeutende.

Das Bohrloch zu Staßfurt wurde, nachdem bereits einige Jahre früher in der Thüringer Mulde Steinsalz (zu Artern &c.) erbohrt war, am 3. April 1839 angesetzt, im Juni 1843, wo sich das erste Steinsalz zeigte, bis

*) E. Reichardt, Das Steinsalzwerk Staßfurt in den Acten der k. k. Leopold. Akad. d. Wissensch. 1860 und in Leonhard's Jahrb. der Mineralogie &c. 1866, S. 321; F. Bischof, Die Steinsalzwerke bei Staßfurt, Halle 1864; E. Fuchs, Mémoire sur le gisement salin de Stassfurt-Anhalt, in Ann. d. min. 6. sér. Tom. VII, 4. livr. de 1865. — Industrielle Bedeutung des Staßfurter Lagers: Dingler's Journ. 179, 480; Berggeist 1865, Nr. 100 bis 104; Michels in Wagner's Jahresber. 1865, S. 281; Joulin in Bullet. de la Soc. chim. 1865. I. 123. 393; Schrader in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1862, S. 347; Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1865, III. 430 u. 1866; Horn, Darstellung des Broms aus den Mutterlaugen in Pharm. Centralhalle 1867, 429; Darstellung von Chlorkalium aus Carnallit in Muspratt-Stohmann's Chemie 1867, III. 482; Bestimmung des Kaligehaltes in den Kalisalzen, Muspratt-Stohmann, l. c. 492; Becker, in Dingler's Journ. 183, 43; Stohmann in Fresenius' Zeitschr. Bd. 5, Heft 3 und 4; Horn in Pharm. Centralhalle 1867, Nr. 19.

975 Fuß Tiefe niedergebracht, dann durch eine 20 Fuß starke Mergelschicht und endlich noch durch ein 1035 Fuß mächtiges Salzlager getrieben, so daß im Jahre 1851 eine Tiefe von 1851 Fuß erreicht war. Zwischen 1350 bis 1851 Fuß Tiefe zeigte die Soole 1,30 spec. Gew. und enthielt in 100 Gewichtstheilen:

4,01	schwefelsaure Talkerde,
19,43	Chlormagnesium,
2,24	Chlorkalium,
2,61	Chlornatrium,
in Summa 30,29	feste Salze aufgelöst.

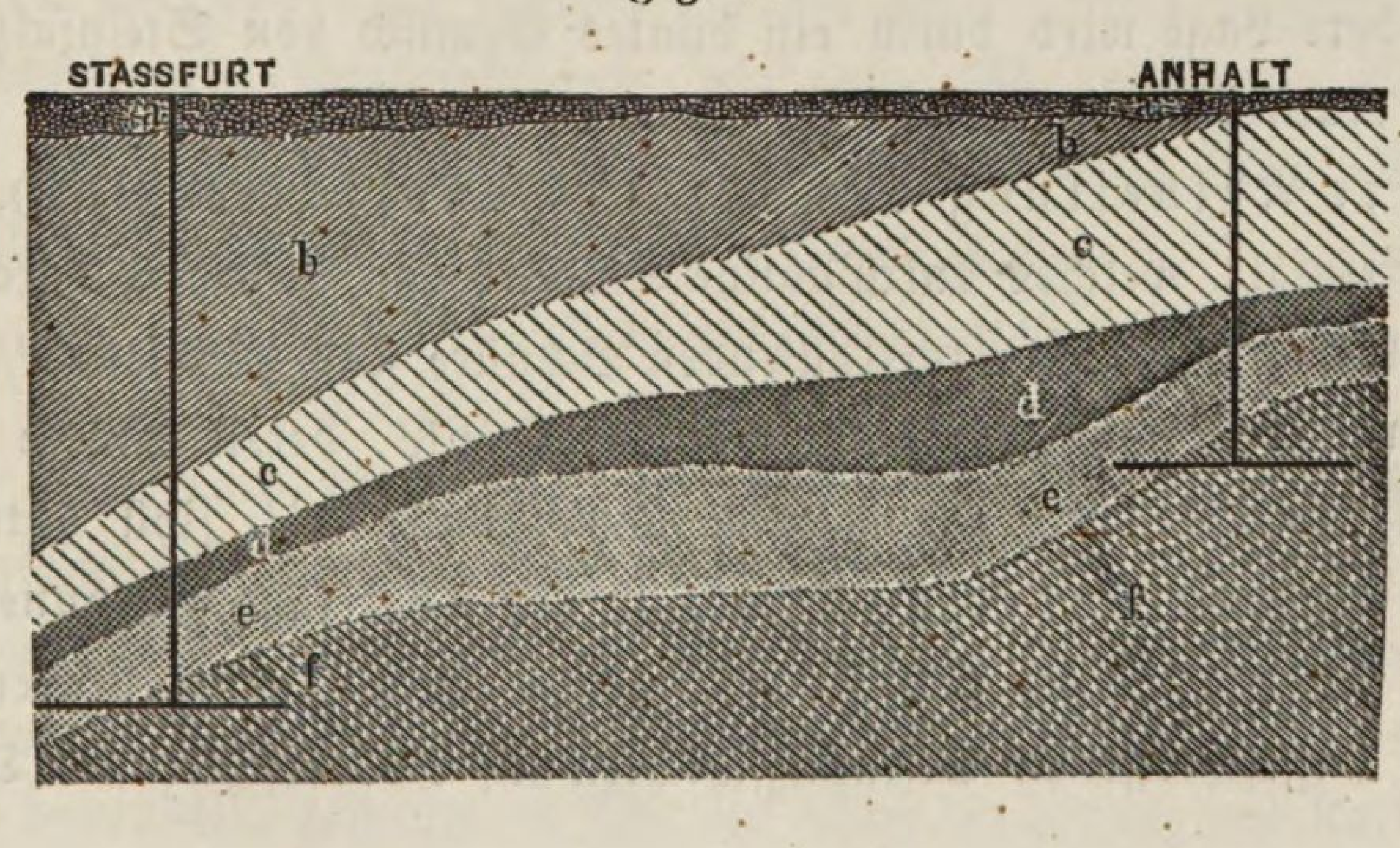
So ungünstig diese Zusammensetzung war, so gab man dennoch der zuerst vom Professor Marchand ausgesprochenen Vermuthung Raum, daß das durchbohrte Salzlager keine Magnesiasalze haben werde und der Ursprung des in der Soole enthaltenen Chlormagnesiums anderswo gesucht werden müsse. Durch zu Tage geförderte Stückchen Steinsalzes ward man zu der Ueberzeugung gedrängt, daß sich nur im Hangenden des Steinsalzlagers Magnesiasalze finden könnten und daß unterhalb dieser Salze ein mit wenig Anhydrit verunreinigtes Steinsalz erwartet werden könne. Auf Grund dieser Darlegungen fühlte sich die preußische Regierung bewogen, Steinsalzbergbau in Staßfurt zu eröffnen.

Der erste Schacht (v. d. Heydt) wurde am 4. December 1851, der zweite (v. Manteuffel) am 31. Januar 1852 angehauen und nach Verlauf von fünf Jahren wurde im November 1856 die jetzige Abbausohle in 1066 Fuß Tiefe erreicht.

Im Jahre 1858 begann das benachbarte Herzogthum Anhalt durch zwei Schächte die Eröffnung des Tiefbaues auf Steinsalz, welcher schon nach wenigen Jahren große Bedeutung erhielt. Die Schächte liegen von den preußischen 3720 Fuß entfernt und 15 Fuß mit der Hängebank höher.

Die Schächte haben die hierunter folgenden geognostischen Durchschnitte ergeben (Fig. 5):

Fig. 5.



	Preuß. Mächtigkeit.	Schacht. Ganze Tiefe.	Anhalt. Mächtigkeit.	Schacht. Ganze Tiefe.
	Fuß.	Fuß.	Fuß.	Fuß.
Aufgeschüttetes Gebirge und Diluvialkies (*a*)	27	27	20	20
Rothe Schieferletten mit Bändern von feinkörnigen Sandsteinen, Roggenstein und festem grauen Kalkstein (*b*)	576	603	—	—
Fester Gips und Anhydrit, oben hell und von strahliger Textur, unten dicht und mit Mergel vermischt (*c*)	192	795	373	393
Salzthon; dunkle bituminöse Mergel mit Anhydrit und Steinsalz (*d*)	21	816	87	480
Abraumsalze — zerfließliche Magnesia- und Kalisalze (*e*)	158	974	140	620
Reines Steinsalz mit Anhydritschnüren (*f*)	92	1066	80	700

Das Salzlager fällt in den preußischen Schächten unter einem Winkel von 33°, in den anhaltinischen unter 44° ein und ist hier unter Berücksichtigung der 15 Fuß höher belegenen Hängebank um 351 Fuß höher getroffen als dort. Das anhaltinische Lager ist reicher und mannigfaltiger an Kalisalzen als das preußische.

Die bergmännische Gewinnung der Salze erfolgt auf einer horizontalen Abbausohle durch streichende Strecken und querschlägig hiergegen gerichtete 27 bis 75 Fuß breite und 27 Fuß hohe Abbauörter mittelst Firstenbetriebes. Seit 1857 sind aus dem preußischen Schachte bereits mehr als 6000000 Cubikfuß anstehende Salzmassen gewonnen.

So weit die bisherigen Aufschlüsse reichen, hat man es mit einem 1200 Fuß mächtigen Lager zu thun, welches nach seiner chemischen Zusammensetzung in vier Abtheilungen getheilt werden kann.

Die liegendste besteht aus einer etwa 685 Fuß mächtigen Lage reinen Steinsalzes.

Hierauf ruht eine 200 Fuß mächtige Schicht unreinen Steinsalzes, schon leicht lösliche Verbindungen enthaltend. Dann folgt eine 180 Fuß mächtige Schicht, in welcher neben Steinsalz schwefelsaure Verbindungen vorwalten.

Die obere Lage wird durch ein buntes Gemisch von Steinsalzen, Bittersalzen und Kalisalzen ausgefüllt.

Untere Abtheilung des Lagers (Anhydritregion). Sie enthält nur Steinsalz, welches durch dünne Schnüre von Anhydrit durchsetzt wird. Diese parallel mit einander fortlaufenden Schnüre sind höchstens ¼ Zoll stark und theilen das Steinsalzlager in einzelne Bänke, deren Stärke zwischen 1 bis 6 Zoll schwankt und im großen Durchschnitt 3½ Zoll beträgt. Der Bergmann nennt sie Jahrringe, und in der That läßt sich annehmen, daß jede solche Anhydritschicht den Steinsalzabsatz eines Jahres begrenzt und die Stärke der eingeschlossenen Steinsalzschichten auf die verschiedenen Temperatur-

verhältnisse der einzelnen Jahre schließen lassen. Man hat die Zeit, welche zur Bildung des Lagers erforderlich gewesen, auf 15000 Jahre abgeschätzt. Außer bituminösen Substanzen, welche die Anhydritschnüre grau gefärbt haben, sind andere organische Reste selten bemerkt worden; dieselben werden nur noch durch Kohlenwasserstoffgase repräsentirt, welche in den Steinsalzen mit $3^1/_2$ Cubikcentimeter pro Kilogramm (13 Cubikzoll pro Cubikfuß) und in den Kali- und Magnesiasalzen mit 8 Cubikcentimeter pro Kilogramm (22 Cubikzoll pro Cubikfuß) eingeschlossen sind, in wasserhellen Krystallstücken dem Auge als Luftblasen, in den oberen Kalisalzen durch Entzündung der aus den Spalten tretenden Gase sichtbar werden und am frischen Stoße durch Knistern sich bemerkbar machen. Eine blaue Färbung des Salzes soll zuweilen von solchen Gasen herrühren. Auf dem Anhydrit aufsitzend hat man Schwefelblüthe gefunden.

Zweite Abtheilung des Lagers (Polyhalitregion). Das in dieser 200 Fuß mächtigen Schicht auftretende Steinsalz ist mehr derb, aber unreiner, als in der vorigen Abtheilung, mit leicht löslichen Salzverbindungen gemischt, nimmt nach und nach Chlormagnesium auf und der schwefelsaure Kalk ist durch Aufnahme von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Talkerde in Polyhalit übergegangen. Die Anhydritschnüre der unteren Abtheilung sind demnach hier durch Polyhalitschnüre vertreten, meist stärker als jene (1 bis $1^1/_4$ Zoll), aber denselben Charakter tragend.

Die chemische Untersuchung des Staßfurter Polyhalits ergab:

3,49	Chlornatrium (zufälliger Bestandtheil),		
42,64	schwefelsaure Kalkerde	= 2	Aequivalent,
19,76	schwefelsaure Talkerde	= 1,05	„
27,90	schwefelsaures Kali	= 1,02	„
5,75	Wasser	= 2,04	„

also übereinstimmend mit dem krystallisirten Polyhalit, dessen Formel zu

$$2\,(CaO\,.\,SO_3) + MgO\,.\,SO_3 + KO\,.\,SO_3 + 2\,HO$$

angenommen wird.

Dritte Abtheilung (Kieseritregion). In unregelmäßigen Abständen wechsellagern Steinsalzbänke mit zoll- bis fußstarken Bänken von Kieserit, einem von Reichardt dem Präsidenten der k. Leop.-Carol. Akademie zu Ehren so benannten Minerale, welches aus

87,1 schwefelsaurer Talkerde und
12,9 Wasser

besteht und die Formel $MgO\,.\,SO_3 + HO$ hat. Es schließt immer etwas Chlormagnesium und Kochsalz als Gemengtheil in sich ein, hat ein specifisches Gewicht von 2,517, ist amorph, weißlich grau, durchscheinend und an der Luft trübe werdend, weil es das Bestreben hat, sich in Bittersalz umzusetzen. Mit Wasser behandelt, gestaltet es sich vor seiner Auflösung wie Kalkerdehydrat

und löst sich schließlich mit 40,90 Theilen in 100 Gewichtstheilen Wasser bei $18^3/_4{}^0$ C. langsam unter fortwährender Bewegung in mehreren Tagen auf.

Beim Uebergange aus der Polyhalitregion finden sich einzelne Bänke, welche eigenthümlich genug mit Kieserit und Carnallit verbunden aus

30,5 Anhydrit,
25,1 Kieserit und
44,4 Carnallit

bestehen, so daß man sie bei der Homogenität der Masse als aus 3 Aeq. Anhydrit + 2 Aeq. Kieserit + 1 Aeq. Carnallit zusammengesetzt betrachten könnte. Weiter hinauf findet sich neben Steinsalz aber nur Kieserit mit dünnen Bänken von Carnallit und beim Uebergange in die obere Region schieben sich stärkere Bänke von Carnallit ein. — Im großen Durchschnitt möchte diese Abtheilung als zusammengesetzt zu betrachten sein aus

65 Th. Kochsalz
17 „ Kieserit,
13 „ Carnallit,
3 „ Chlormagnesiumhydrat,
2 „ Anhydrit.

Obere Abtheilung (Carnallitregion). Es finden sich in dieser Lage zwar noch Bänke von Steinsalz und Kieserit, der vorwiegende Bestandtheil ist aber Carnallit (Kaliummagnesiumchlorür — $KCl + 2MgCl + 12HO$). Im reinen Zustande ist derselbe ungefärbt, wasserklar, krystallinisch in grobkörnigen Aggregaten, zeigt muschligen Bruch, hat 1,615 spec. Gewicht und besteht aus

	Rose.	v. Oesten.	Schwert.
Chlormagnesium	31,46	30,51	36,03
Chlorkalium	24,27	24,27	27,41
Chlornatrium	5,10	4,55	0,23
Chlorcalcium	2,62	3,01	—
Schwefelsaurem Kalk	0,84	1,26	1,14
Eisenoxyd	0,14	0,14	—
Wasser	35,57	36,26	36,33

Meistens ist er durch mikroskopische Schuppen von Eisenglimmer roth gefärbt. Der Carnallit ist dasjenige Kalisalz, welches zur Zeit von Staßfurt der Industrie in größter Menge geboten wird.

Das Lager wird nicht von einer homogenen Salzmasse ausgefüllt, sondern die einzelnen Salze haben sich in ziemlicher Reinheit mit scharfer Begrenzung neben einander gruppirt und bilden eine Reihenfolge mehr oder weniger starker, buntgefärbter Schichten, der Kieserit mit seiner weißlich grauen Farbe, das Steinsalz dunkel gefärbt und der Carnallit in den verschiedensten

Farben, vom Wasserhellen, Hellrothen, durch alle Nüancen bis zum Braunrothen hindurchgehend.

Neben diesen drei Salzen, welche die Hauptbestandtheile des Lagers bilden, so daß diese Abtheilung als aus

55 Proc. Carnallit,
25 „ Kochsalz,
16 „ Kieserit und
4 „ Chlormagnesiumhydrat

zusammengesetzt angesehen werden kann, kommen hier noch folgende Mineralien vor:

a) Eisenglimmer, auch Eisenoxydhydrat, als färbende Substanz des Carnallits in unendlich dünnen Schuppen, welche unter dem Mikroskope als glänzend gelb, roth und braun gefärbte sechsseitige oder rhomboidale Tafeln erscheinen. Neben Eisenglimmer finden sich im Carnallit Bergkrystall, Boracit, urweltliche Luftblasen und organische Gewebe.

b) Sylvin (Schätzellit, Hövellit, Leopoldit) KCl, nesterweise in den Kieseriten, woraus er sich in ganz reinen Stücken bis zu 5 und mehr Pfund Schwere ausschlagen läßt; bisher nur außer in kleinen Quantitäten im Steinsalze von Berchtesgaden und Hallein als vulcanisches Sublimat des Vesuvs bekannt. Dem Steinsalze sehr ähnlich, von 2,025 spec. Gew.

c) Tachhydrit, von Rammelsberg seiner Zerfließlichkeit wegen so benannt, unter allen in Staßfurt vorkommenden Salzen das leichtlöslichste, zieht leicht Feuchtigkeit an, bekommt ein mattes Ansehen und zerfließt bald in Berührung mit der Luft.

Seiner Zusammensetzung nach =

Calcium	7,46
Magnesium	9,51
Chlor	40,34
Wasser	42,69

ist der Tachhydrit dem Carnallit ganz ähnlich, nur wird das Kalium durch Calcium ersetzt, so daß die Formel =

$$CaCl + 2MgCl + 12HO$$

wird. Er hat ein specifisches Gewicht von 1,671, ist im frischen Zustande durchscheinend von wachs- bis honiggelber Farbe und zeigt nach zwei Richtungen spaltbares, krystallinisches Gefüge. Er wird in dünnen Lagen mit Carnalliten und Kieseriten verwachsen in den obersten Schichten der obersten Abtheilung gefunden; sein Vorkommen ist nicht häufig.

d) Boracit (Staßfurtit), in Knollen von mikroskopischer bis Kopfgröße vereinzelt in der obersten Abtheilung; feinkörnig bis dicht, von ebenem oder splittrigem Bruch, 2,667 spec. Gew. und mit seiner schneeweißen Farbe

der Kreide sehr ähnlich. Er enthält nach Bischof in 100 Theilen 89,39 borsaure Talkerde und 10,61 Chlormagnesium, hat demgemäß die Formel:

$$2\,(3\,MgO\,.\,4\,BO_3) + MgCl$$

und wäre als Lüneburger Boracit mit dimorpher Form anzusehen, der zuweilen von Chlormagnesiumhydrat verunreinigt wird. Hydroboracit findet sich äußerst selten vereinzelt in Nestern ziemlich an der Grenze der Anhydrit- und Polyhalitregion von der Zusammensetzung $2\,(CaO\,.\,MgO)\,.\,3\,BO_3 + 12\,HO$.

e) Kainit, im Hangenden der Kalisalze über dem Carnallit gefunden, farblos, gelblich bis röthlich, Härte 2,5, spec. Gew. 2,131, hier und da deutlich Krystallisationen zeigend, leicht in kaltem und heißem Wasser auflöslich und von folgender Zusammensetzung:

	Graf.	Reichardt.
Kalium	17,83	14,27
Natrium	2,96	4,37
Kalkerde	0,15	—
Magnesia	14,78	14,76
Schwefelsäure	28,09	30,00
Chlor	19,69	18,56
Wasser	18,52	—
Rückstand	—	0,22

entsprechend der Formel

$$5\,[(MgO\,.\,CaO)\,.\,SO_3] + 4\,[(K\,.\,Na)Cl] + 15\,HO.$$

f) Schönit, nach dem Berggeschwornen Schöne in Leopoldshall benannt, auf dem Kainit krustenförmig aufsitzend, unlöslich in kaltem Alkohol, nach Reichardt von folgender Zusammensetzung:

Kali	22,815	23,285
Magnesia	11,564	10,405
Chlor	0,812	0,277
Schwefelsäure	38,519	39,738
Wasser	26,290	26,868

entsprechend der Formel:

$$KO\,.\,SO_3 + MgO\,.\,SO_3 + 6\,HO.$$

Der Kainit und Schönit liefern ein werthvolles Düngemittel.

In den Staßfurter Steinsalzlagern ist bis jetzt weder Lithium noch Jod gefunden, dagegen enthält dasselbe Spuren von Cäsium, Rubidium, sowie Brom. Letzteres findet sich bis zu $\frac{1}{2}$ Proc. in Salzlösungen, welche an einigen Punkten des Salzwerkes herabtröpfeln und nach Korn enthalten:

Chlormagnesium	24,370
Chlornatrium	3,691
Brommagnesium	0,581
Chlorcalcium	0,427
Schwefelsaure Kalkerde	1,517
Schwefelsaure Talkerde	0,031
Wasser	69,383
	100,000

Die Erklärung für die Entstehung des Staßfurter Steinsalzlagers suchten Bischof und Reichardt mit vollem Rechte in Beispielen der noch heute fortdauernden Bildung von Salzlagern und in Erscheinungen des Siedeprocesses der Salinen (S. 6). Die Producte des Lagers stimmen nahezu mit denen überein, welche Usiglio beim allmäligen Verdunsten des Meerwassers erhielt (Liebig's Jahresb. 1849, S. 643). Verwerflich ist die Ansicht, nach welcher das ganze Steinsalzlager als der einstige Inhalt eines abgeschlossenen Meeres anzusehen wäre, der sich bei allmäliger Verdunstung des Wassers abgeschieden (da nach dem Salzgehalte des heutigen Weltmeeres, wobei 1 Cubikfuß Meerwasser eine dichte Salzschicht von 1/5 Zoll abscheidet, jenes Meer 62000 Fuß Tiefe gehabt haben müßte); in naturgemäßerer Weise ist das fragliche Salzlager als der Absatz eines Beckens zu betrachten, welchem das Material zur Ablagerung durch Salzbäche aus umliegenden Salzgebirgen oder durch Canäle aus dem Großen Oceane zugeführt wurde.

Der Bergbau geht bis jetzt nur in 2 Feldern um: in der Steinsalzpartie und in der Abtheilung der Kalisalze. Auf den preußischen Werken ist das Lager bis zu 160 Lachter Tiefe durch die bereits oben genannten, 10 Lachter von einander abstehenden zwei Schächte aufgeschlossen, von denen der eine (der v. d. Heydt-Schacht) als Fahr- und Pumpenschacht, der andere (der v. Manteuffel-Schacht) lediglich zur Förderung benutzt wird. Beide sind behuf der Wasserhaltung durch 6 Querschläge mit einander verbunden, an die sich zum Theil noch Sumpfstrecken anschließen.

Der Abbau, von hangenden und liegenden Schachtquerschlägen aus eröffnet, wird im Steinsalzmittel durch 60 Lachter von einander abstehende streichende Strecken vorgerichtet und durch den Betrieb von Querörtern ausgeführt, denen man früher 4 Lachter Höhe und Weite, gegenwärtig 11 Lachter Weite und 4 Lachter Höhe giebt. Zwischen diesen Abbauörtern bleiben 3, resp. 6 Lachter starke Pfeiler stehen. In den Kalisalzen geschieht der Abbau ebenfalls durch Pfeilerbau der beschriebenen Art, die Abbauörter erhalten 4 Lachter Weite und Höhe und nur 15 Lachter Länge, die Zwischenpfeiler 3 Lachter Stärke.

Die Förderung auf den Strecken geschieht auf Schienenwegen in

12½ Ctnr. haltenden Wagen. Im Schachte werden 2 Wagen mit 25 Ctnr. Füllung in einem Etagenkorbe auf einmal durch eine 130-pferdige Fördermaschine gehoben.

Die Fahrung der Belegschaft findet in dem v. d. Heydt-Schachte durch eine 12-pferdige Maschine auf dem Seile Statt. Der Fahrkorb ist mit Fangvorrichtung (System White u. Grant) und Schutzdach versehen.

Die Wetter fallen in dem Förderschachte ein, durchziehen die Grubenbaue und werden durch den Fahr- und Kunstschacht wieder ausgeführt.

Die Wasserhaltung wird durch eine 200-pferdige direct und einfach wirkende Hochdruckmaschine beschafft. Die Zuflüsse, welche sich in den verschiedenen Sumpfstrecken, namentlich in dem 33¾ Lachter tiefen Querschlage ansammeln, belaufen sich überhaupt auf 13 Cubikfuß pro Minute. Die Hauptzugänge können noch in einem 33¾ Lachter tiefen Hülfsschachte durch eine 16-pferdige Maschine zu Sumpfe gehalten werden.

Die zu Tage geförderten Salze werden entweder in Stücken oder im gemahlenen Zustande abgesetzt. Im letzteren Falle werden sie durch Mühlen (am zweckmäßigsten in Form der Kaffeemühlen) von verschiedenem Korn zerkleint und zur vollständigen Ueberführung in Mehlform auf horizontale Steingänge gebracht.

Außer kleineren Maschinen zur Speisung von 12 Dampfkesseln sind zur Förderung, Wasserhaltung, Aufbereitung und zum Mahlen der Salze überhaupt 9 Dampfmaschinen mit zusammen 470 Pferdekräften im Betriebe.

Im Jahre 1864 wurden von den preußischen und anhaltischen Werken 2299295 Ctnr. Rohkalisalze, entsprechend 306000 Ctnr. Chlorkalium, hauptsächlich zur Salpeterfabrikation geliefert, außer mannigfachen anderen Mengen für sonstige Zwecke, z. B. für die Landwirthschaft und Alaunfabrikation.

Im Jahre 1865 sind gefördert auf den anhaltischen Werken 1124772 Ctnr. Kalisalze und auf den preußischen Werken 740000 Ctnr. Kali- und Kieseritsalze*).

Carnallitverarbeitung. Anhangsweise mag hier noch die Verarbeitung des Carnallits auf Chlorkalium und der davon erfolgenden Mutterlaugen auf Brom erwähnt werden.

Der aus der Grube geförderte Carnallit wird entweder in Stücken angewendet oder zuvor in Mühlen von 0,40 Meter Durchmesser, den Kaffeemühlen

*) Mercantilisches über die Staßfurter Kalisalzindustrie in Dingler's Journ. 179, 480.

ähnlich, zerkleinert, dann wegen seiner Zerfließlichkeit rasch in geschlossenen Kasten, nachdem beim Einpacken Proben genommen, nach den benachbarten Fabriken geschafft. Den Proben (S. 30, Anmerkung) zufolge enthielten die im Jahre 1864 angelieferten 2500000 Ctnr. Kalisalze (Carnallit) durchschnittlich:

Chlorkalium	17,5 (15 bis 20)
Chlornatrium	22,0
Chlormagnesium	23,5
Schwefelsaure Magnesia	9,0
Wasser	28,0

Die erste Fabrik zur Ausbeutung des Carnallits in nachstehender Weise begründete 1861 Dr. Grüneberg in Staßfurt, nachdem vorher Dr. Frank nach einer patentirten Methode (Glühen des Carnallits mit Wasserdampf, um das Chlormagnesium zu zersetzen, Auflösen und Eindampfen) gearbeitet, welche sich aber nicht bewährt hat.

Die Gewinnung des Chlorkaliums basirt auf der verschiedenen Löslichkeit desselben und der anwesenden Natron- und Magnesiasalze in Wasser. Man löst den Carnallit in heißem Wasser auf und verdampft die Lösung zur Krystallisation, wobei hauptsächlich Chlorkalium auskrystallisirt; mit den Mutterlaugen wird derselbe Proceß mehrmals wiederholt. Man arbeitet dabei nach zwei verschiedenen Principien. Nach dem einen (in der Fabrik von Grüneberg) strebt man eine Ersparung an Apparaten und Geräthschaften, schnelle Arbeit und große Production an, wobei man aber größere Mühe mit der Reinigung der Producte hat und viel und reiche Nebenproducte und Abfälle erhält. Nach dem anderen Princip (Fabrik von Douglas) sucht man mit sehr regelmäßiger Arbeit ein möglichst reines Product bei thunlichst vollständiger Ausnutzung des Rohmaterials zu erzielen und erhält weniger und ärmere Abgänge und Nebenproducte. Die Einrichtungskosten sind hierbei höher und man braucht bei minderer Production mehr Brennmaterial. So lange man die Nebenproducte nicht vortheilhaft verwenden konnte, waren Vortheile und Nachtheile beider Methoden nahe gleich; neuerdings aber hat sich deren Werth sehr gesteigert und es wird deshalb die erstere Methode die zweite verdrängen.

Die Abscheidung des Chlorkaliums erfordert nachstehende Operationen:

a) Auflösung des Carnallits. Der Carnallit wird mit 3 Th. Waschwasser der folgenden Operation, welches viel Chlornatrium und wenig Chlorkalium enthält, in Bütten übergossen und durch eine ringförmige, mit vielen Löchern versehene Röhre im Innern Wasserdampf von 120° C. zugeführt. Auf Grüneberg's Hütte faßt die 6 Fuß hohe und 4 Fuß weite Bütte 2,5 Tonnen à 20 Ctnr. Carnallit, ist offen und das Umrühren des in

Stücken vorhandenen Salzes geschieht durch einen Arbeiter; auf **Douglas'** Hütte dagegen faßt das Lösegefäß (Fig. 6 u. 7) 20 Tonnen gemahlenes Salz und das Rühren geschieht durch einen eisernen Rechen *a*. Zum Zusammenhalten der Wärme wird der Bottich bedeckt und ein Hahn *b* gestattet den Wasserdämpfen den Austritt. *c* Dampfrohr. Nach dreistündiger Einwirkung des Dampfes läßt man die Flüssigkeit sich zwei Tage lang klären, schließt den

Fig. 6.

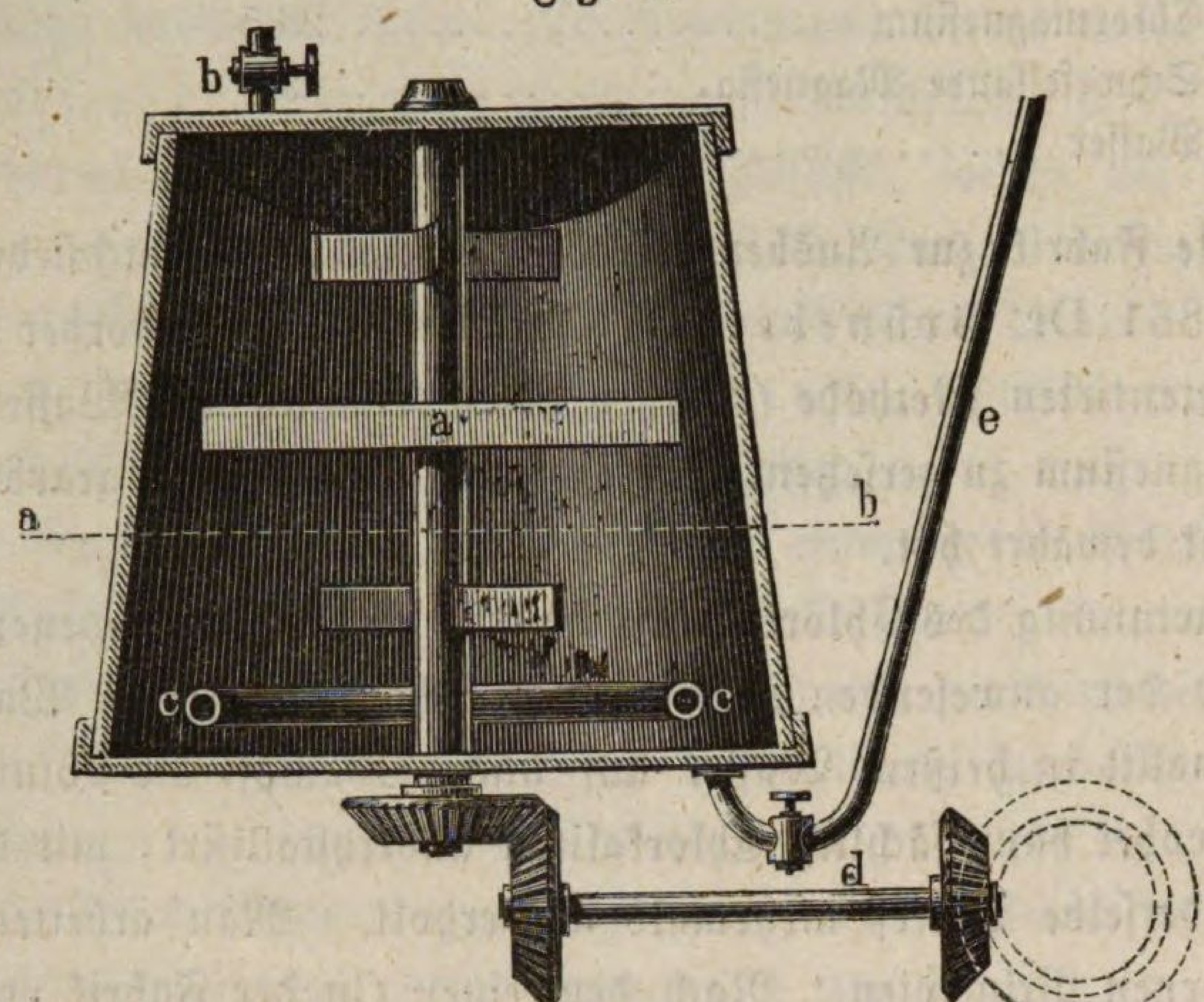
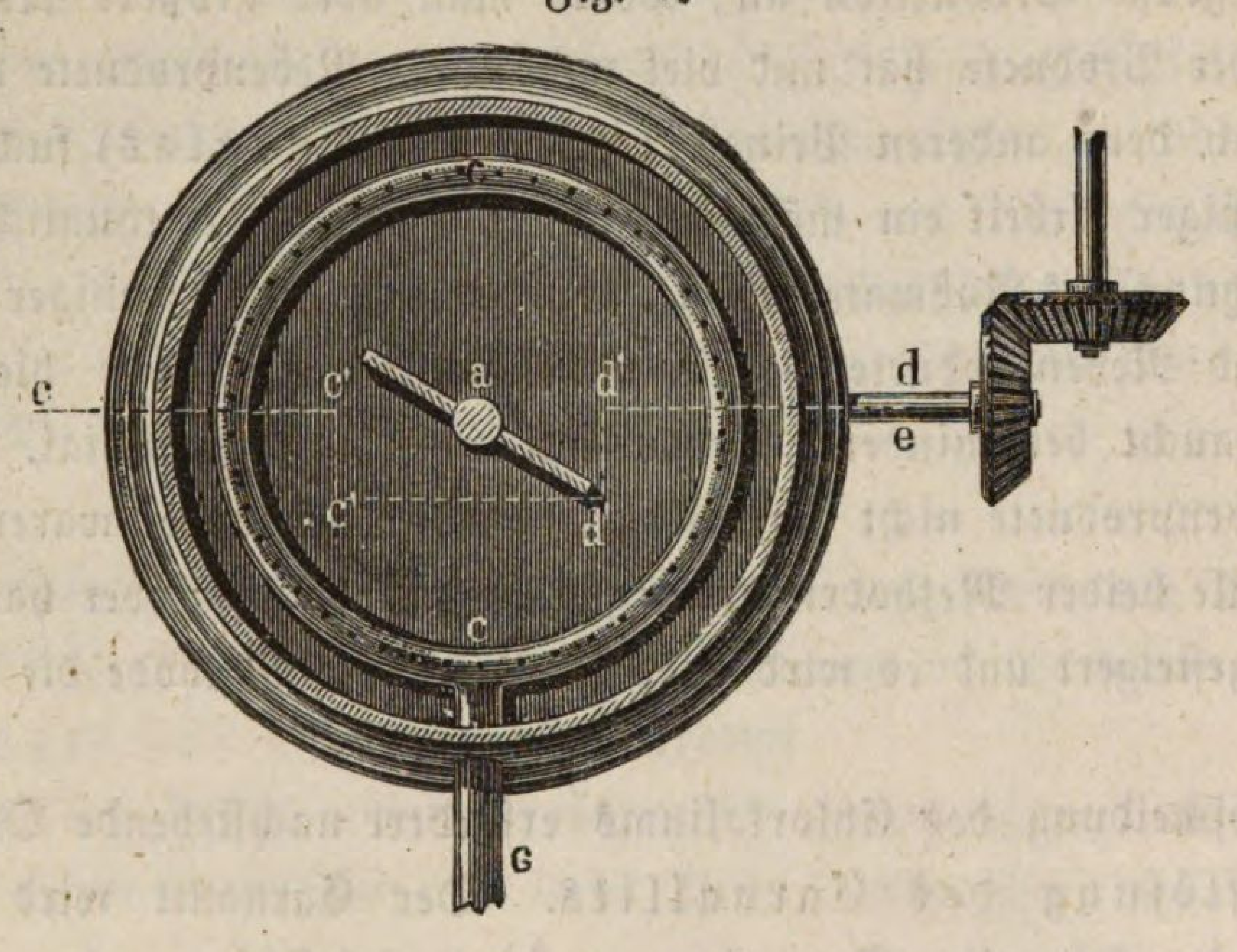


Fig. 7.



Hahn *b*, öffnet einen zweiten *d* und läßt durch Dampfdruck die Flüssigkeit von 32° B. durch die Röhre *e* in den Krystallistrraum treten. Der Rückstand wird entweder weggeworfen oder wiederholt, zuletzt mit reinem Wasser, ausgelaugt und enthält durchschnittlich:

	Bischof.	Grüneberg.
Schwefelsaure Magnesia mit etwas schwefelsaurem Kalk	33,9	30 bis 35
Chlornatrium	54,1	50 bis 55
Chlorkalium	3,1	5
Chlormagnesium	3,0	5
Wasser	5,6	5
Unlösliches	0,3	—

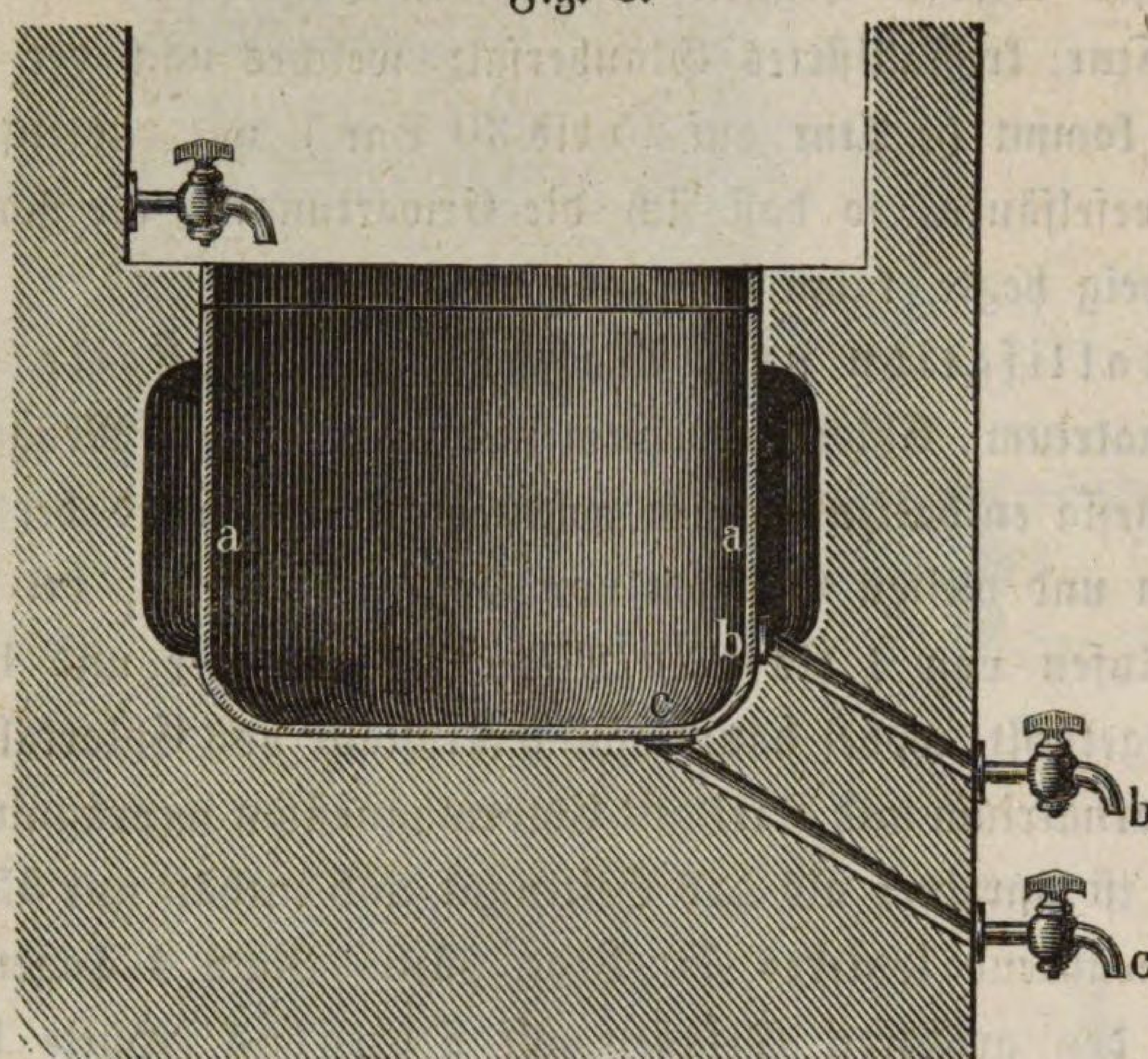
Neuerdings benutzt man den Rückstand auf Glaubersalz, indem man ihn mit Wasser von 40° C. auszieht und die Lösung während der Nacht der kalten Luft aussetzt. Namentlich im Winter scheidet sich Glaubersalz aus; die Mutterlaugen werden weggeworfen. Im Jahre 1864/65 erhielt man kaum 15000 Ctnr. krystallisirtes Glaubersalz, welches nach der Entwässerung eben so theuer kommt (1 Ctnr. auf 25 bis 30 Sgr.), wie dasjenige aus Kochsalz und Schwefelsäure, so daß sich die Erwartungen, die man von diesem Fabrikationszweig hegte, kaum bewähren werden*).

b) Krystallisation und Waschen der Krystalle. Die Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium und sehr geringe Mengen von schwefelsaurer Magnesia enthaltende heiße gesättigte Lösung wird bei Grüneberg in wenig tiefen und weiten Gefäßen von Holz oder Blech, bei Douglas in cylindrischen Kufen von 1 bis 1,20 Meter Durchmesser und 1,50 bis 1,90 Meter Höhe abgekühlt, wobei hauptsächlich Krystalle von Chlorkalium, gemengt mit wenig Chlornatrium und stark mit Chlormagnesium imprägnirt, anschießen. Das Bodengut ist unreiner als das Seitengut und enthält nur 55 bis 60 Proc. Chlorkalium, während letzteres 70 Proc. hält. Nach 4 Tagen ist die Krystallisation in den größeren Gefäßen auf Douglas' Hütte beendigt, auf Grüneberg's Hütte in den flachen Kufen früher; auch fallen in letzteren die Krystalle feiner aus und sind in diesem Zustande zur Umwandlung in schwefelsaures Kali geeigneter, dagegen etwas unreiner und in Folge dessen ein längeres Waschen erfordernd. Nachdem die Mutterlauge aus den Krystallisirfässern in eine Vorrathsbütte oder gleich in die Siedepfanne übergeführt, bringt man die Krystalle in einen blechernen Kasten mit geneigter Sohle, läßt etwa 1 Stunde Wasser darauf stehen und zieht dasselbe durch einen Hahn am Boden ins Mutterlaugenbassin ab. Das Seitengut ist jetzt auf Douglas' Hütte schon auf 80 Proc. Chlorkaliumgehalt angereichert, das Bodengut muß nochmals gewaschen werden; auf Grüneberg's Hütte bedarf das unreinere Salz sämmtlich einer zwei- bis dreimaligen Waschung. Seltener reichert man das Salz auf 85 bis 87 Proc. an.

*) Wagner's Jahresber. 1865, S. 288.

c) **Behandlung der ersten Mutterlaugen.** Dieselben werden behuf weiterer Krystallisation in Siedepfannen mit freier Feuerung oder mit Dampfheizung concentrirt. In ersterem Falle erhitzt man z. B. in Grüneberg's Fabrik zwei kleine Kessel von Blech von 2 Cubikmeter Inhalt; auf anderen Hütten concentrirt man die Laugen in Kesseln von 6 bis 8 Cubikmeter und dampft sie dann in solchen von etwa 16 Cubikmeter bei freier Feuerung ein. Als Brennmaterial dient entweder Lignit oder ein Gemenge davon mit $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{10}$ Steinkohlen. Die Tonne von ersterem kostet 5,7 Frcs., von letzterem 16 Frcs. Man heizt nicht den Boden der Kessel, sondern nur die Wände (Fig. 8) bei *a*; trotz dieser Vorsicht muß immer gerührt werden, damit sich die Krystalle nicht an den Wänden absetzen. Man dampft die Laugen während etwa

Fig. 8.



50 Stunden bis auf $\frac{2}{3}$ ihres Volums, auf etwa 33° B. ab, ersetzt das verdampfte Wasser durch mittelst der abgehenden Flamme concentrirte Mutterlauge und spart bei dieser Combination beträchtlich an Brennmaterial. 1 Kilogr. Kohlengemisch verdampft 15,15 Kilogr. Wasser. Hierauf läßt man die angereicherte Lauge durch den Hahn *b* in Krystallisirgefäße und durch *c* das während der Concentration abgeschiedene Salz ab, welches 60 bis 65 Proc. Chlornatrium, 6 Proc. Chlorkalium und 30 Proc. eines aus $KO.SO_3 + 2MgO.SO_3 + 5HO$ bestehenden Doppelsalzes enthält.

Bei Dampffeuerung leitet man, um die Kosten für das Umrühren mit der Hand zu vermeiden, Dampf durch ein System von vier der langen Seite der Pfanne parallelen Röhren *a* (Fig. 9 u. 10), welcher alsdann in den doppelten Boden *b* tritt, von wo er durch *c* ins Freie gelangt. Die Concentration auf die obige Stärke geht hierbei rascher; ein Kessel mit 5 Cubik-

meter Inhalt ist nach $3^3/_4$ bis 4 Stunden fertig. Das sich abscheidende Salz, welches nur noch 3 Proc. Chlorkalium enthält, läßt man zuletzt in den unteren Boden der Pfanne durch *d* ab.

Die Vergleichung beider Methoden der Heizung ist schwierig; die Ersparung von Handarbeit bei letzterer wird durch den größeren Brennmaterialverbrauch ausgeglichen. Der relative Werth hängt hauptsächlich von der letzten Behandlung des niedergeschlagenen Salzes ab. Beim Waschen desselben mit Wasser zieht man neben Chlornatrium etwa $^2/_3$ des darin enthaltenen Chlorkaliums aus, benutzt die erhaltene Lauge zum Auflösen von Carnallit

Fig. 9.

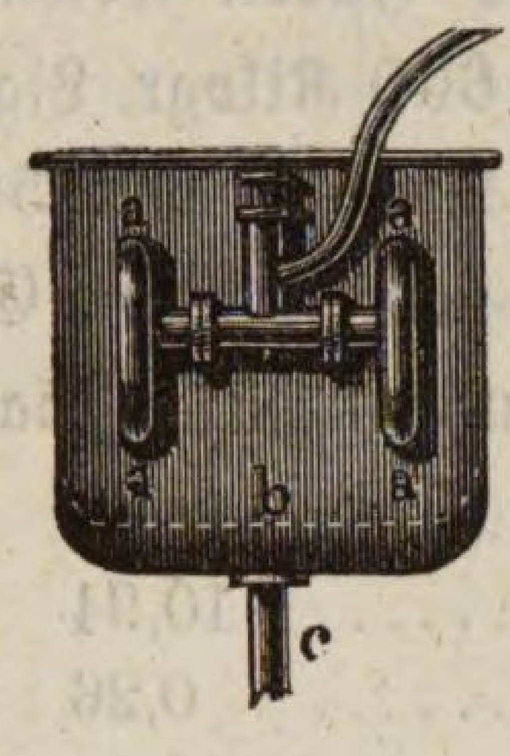
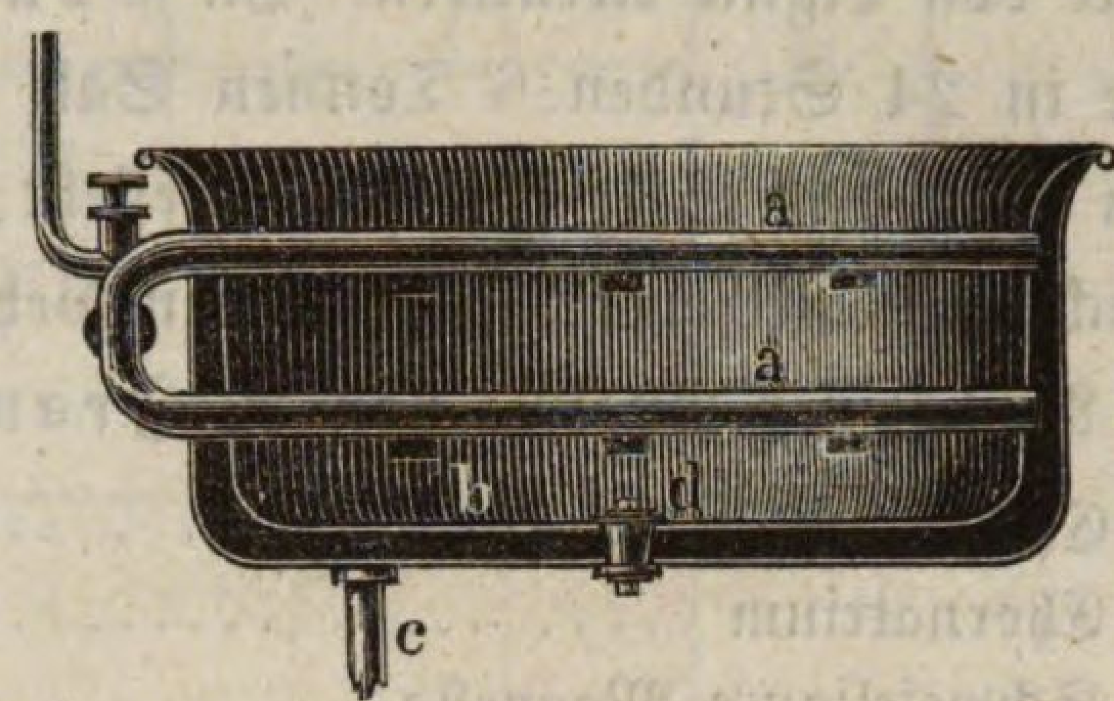


Fig. 10.



und wirft den aus schwefelsaurer Magnesia, Chlornatrium und 1 bis 2 Proc. Chlorkalium bestehenden Rückstand weg. Seit einiger Zeit benutzt man aber diesen Rückstand für die Landwirthschaft wegen des Kaligehaltes, und in diesem Falle ist das Erhitzen der Mutterlaugen durch freies Feuer vorzuziehen.

Beim Krystallisiren durch Abkühlung geben die concentrirten Mutterlaugen neben solchen neuen abermals, aber unreineres Chlorkalium mit 50 bis 60 Proc. Gehalt, welches durch zwei- bis dreimalige Waschung auf einen Gehalt von 80 Proc. gebracht wird.

d) **Behandlung der zweiten Mutterlaugen und des künstlichen Carnallits.** Man concentrirt dieselben wie vorhin, aber auf 35° B. zur demnächstigen möglichst vollständigen Abscheidung des Chlorkaliums, läßt die Lauge während 4 bis 5 Tagen krystallisiren und erhält dabei fast alles darin vorhandene Chlorkalium, aber in Gestalt von schönen Krystallen künstlichen Carnallits. Die erfolgenden Mutterlaugen mit $^1/_2$ bis 1 Proc. Chlorkalium werden abgesetzt. Der künstliche Carnallit wird wie der natürliche behandelt, nur geht bei seiner Reinheit die Arbeit viel rascher. Man löst während 3 Stunden 3 Tonnen Salz in kleinen Kesseln auf, läßt 2 Stunden klären und dann krystallisiren, wobei ein sehr reines, 85 bis 90 Proc. enthaltendes Chlorkalium mit nur Chlormagnesium und sehr wenig Chlornatrium erfolgt. Dasselbe wird nicht weiter angereichert. Die Mutterlaugen enthalten nach Bischof:

Schwefelsaure Magnesia	2,5
Chlornatrium	0,2
Chlorkalium	2,3
Chlormagnesium	30,2
Wasser	64,8

Man beabsichtigt aus denselben Magnesiasalze darzustellen.

e) Trocknen des Chlorkaliums. Nach dem Waschen wird das Chlorkalium rasch getrocknet und zwar entweder (Grüneberg's Fabrik) in einem Reverberirofen bei wirklicher Calcinirhitze oder auf einer metallischen Unterlage in einer durch Röhren geheizten Kammer, in welcher die Verbrennungsproducte von Lignit circuliren. In Douglas' Fabrik trocknet man auf letztere Weise in 24 Stunden 6 Tonnen Salz mit 600 Kilogr. Lignit. Nach dem Trocknen wird das Salz gestoßen, gesiebt, in Tonnen von 500 Kilogr. Inhalt verpackt und mit einem garantirten Gehalte von 80 Proc. Chlorkalium abgegeben. Nach einer Analyse von A. Frank enthielt gutes Salz:

Chlorkalium	86,14
Chornatrium	10,94
Schwefelsaure Magnesia	0,26
Unlösliches	0,45
Wasser	4,29
	102,08

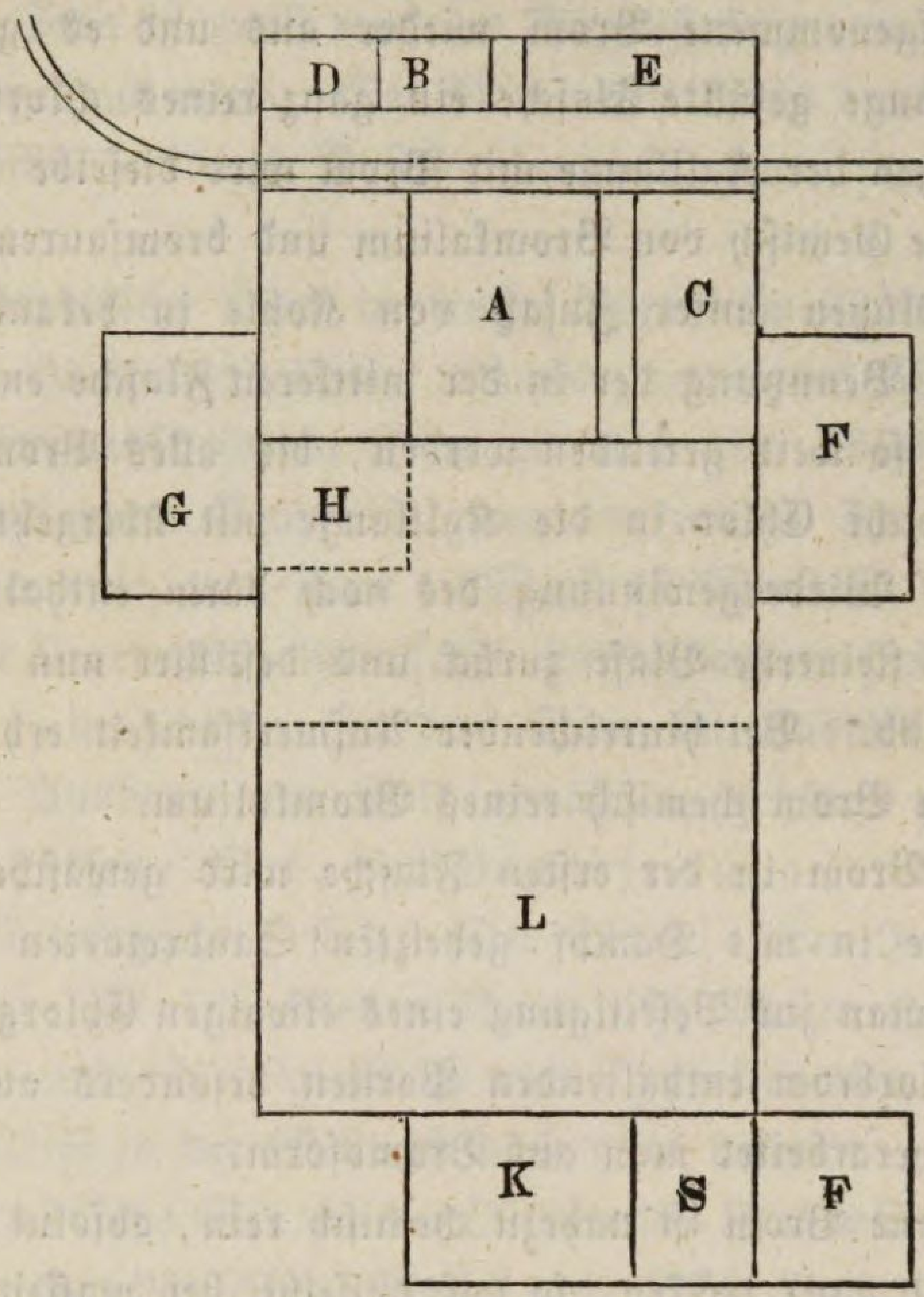
f) Die ökonomischen Verhältnisse bei der Carnallitverarbeitung gehen aus folgender Uebersicht hervor:

	Englische Hütte 1863.	Grüneberg's Hütte 1864.	Douglas' Hütte 1864.
Kosten der ersten Anlage	160000 Frcs.	—	200000 Frcs.
Täglich verarbeiteter Carnallit	40 Tonnen	50 Tonnen.	40 Tonnen
Arbeiterzahl	36	45	40
Lösungskessel	2 große	13 kleine	2 gr. u. 1 kl.
Krystallisirgefäße	36	70	60 bis 70
Verbrauch an Lignit täglich	12 T.	40 T.	—
„ „ Steinkohlen tägl.	1 „	—	—
Concentrationskessel	2 große	8 kleine u. 1 Cisterne	2 gr. mit directem Feuer, 1 m. Dampf u. 1 Cisterne
Trockenvorrichtungen	—	1 Reverberirofen	1 Kammer
Verlust	40 Proc.	33 bis 38 Proc.	33 bis 34 Proc.

Die Einrichtung von Douglas' Hütte ergiebt sich aus Fig. 11. *A* Raum zum Auflösen. *B* Bureau. *C* Verdampfungspfannen. *D* Laboratorium. *E* Raum zum Stoßen und Packen. *F* Stall. *G* Generator. *H* Dampfkessel. *K* Pfanne mit freier Feuerung. *L* Raum zum Krystallisiren und Waschen. *S* Trockenraum. Das Hauptgebäude ist 32 Meter breit und 68 Meter lang.

Auf Grüneberg's Hütte betrugen in 1864 die Selbstkosten für 100 Kilogr. Chlorkalium mit 80 Proc. 21,60 Frcs., der Verkaufspreis in 1863 an 40 Frs., 1865 nur 29 Frcs. und später wegen Ueberproduction noch we-

Fig. 11.



niger (15 Frcs.). Man berechnet im Handel den Preis des Chlorkaliums stets auf 80 Proc., weil man incl. Verlust zu 1 Ctnr. Kalisalpeter etwa 80 Pfd. Chlorkalium braucht. Preis pro Centner Chlorkalium Ende 1865 nur 2¼ bis 2½ Thlr.

Die Fabrik von Vorster und Grüneberg benutzt auch Kieserit (S. 33) und stellt durch Zusammenbringen seines Gehalts an schwefelsaurer Magnesia mit Chlorkalium Chlormagnesium und als Hauptproduct schwefelsaures Kali dar.

Bromgewinnung. Zur Darstellung des Broms aus den Mutterlaugen von der Chlorkaliumbereitung wendet A. Frank seit 1865 nachstehendes Verfahren an. Die Laugen von 1,32 spec. Gew. mit 0,15 bis 0,35 Proc. Bromgehalt werden je nach ihrer Zusammensetzung mit Braunstein und Salzsäure oder mit Braunstein und Schwefelsäure in Blasen von in Theer gekochtem Sandstein durch direct einströmenden Dampf erhitzt, die entwickelten Bromdämpfe zunächst in thönernen Kühlschlangen condensirt und mit dem gleichzeitig übergehenden Bromwasser in Woulf'schen Flaschen aufgefangen. Das in der ersten Flasche nicht condensirte, sowie das durch das Wasser nicht

zersetzte Chlorbrom nebst Chlor tritt in die zweite mit Natronlauge gefüllte Flasche, in welcher Bromdampf, Chlorbrom und Brom zunächst vollständig condensirt werden. Nach dem Sättigen des Natrons treten neue Mengen des Gasgemisches in die Waschflasche, das darin enthaltene Chlor treibt das vom Natron aufgenommene Brom wieder aus und es geht in die dritte mit reiner Kalilauge gefüllte Flasche ein ganz reines chlorfreies Brom über. Nach dem Sättigen der Kalilauge mit Brom wird dieselbe durch neue ersetzt und das erhaltene Gemisch von Bromkalium und bromsaurem Kali durch Eindampfen und Glühen unter Zusatz von Kohle in bekannter Weise weiter verarbeitet. Die Benutzung der in der mittleren Flasche enthaltenen Natronlauge darf nicht so weit getrieben werden, bis alles Brom daraus entfernt ist, weil sonst leicht Chlor in die Kalilauge mit übergeht. Man giebt die Natronlauge zur Wiedergewinnung des noch darin enthaltenen Broms mit Salzsäure in die steinerne Blase zurück und destillirt nun die Rohlauge mit Braunsteinzusatz ab. Bei hinreichender Aufmerksamkeit erhält man auf diese Weise aus rohem Brom chemisch reines Bromkalium.

Das rohe Brom in der ersten Flasche wird gewaschen und dann aus Glasretorten, die in mit Dampf geheizten Sandretorten liegen, nochmals rectificirt, wobei man zur Beseitigung eines etwaigen Chlorgehaltes die ersten, das flüchtige Chlorbrom enthaltenden Partien besonders auffängt. Die Retortenrückstände verarbeitet man auf Bromoform.

Das erhaltene Brom ist nahezu chemisch rein, absolut frei von Jod und Salpetersäure und ganz trocken, so daß dasselbe bei massenhafter Production für pharmaceutische und photographische Zwecke das französische und englische Brom immer mehr verdrängt. Man verwendet dasselbe viel bei Darstellung der Anilinfarben, in chemischen Laboratorien statt Chlorwasser u. s. w. und producirt jährlich an 15000 Pfd. Brom à 2 Thlr., sowie auch rohes Bromnatrium, Brommagnesium und Bromcalcium, welche zur Verstärkung der Sool- und anderer Bäder benutzt werden und den Mutterlaugen und Badesalzen von Kreuznach, Rheme und Wittekind wegen ihres billigen Preises und des großen Bromgehaltes (bis 70 Proc.) bedeutende Concurrenz machen.

B. Gewinnung von Kochsalz aus Salzseen.

Salzseen. Die meist in wüsten Steppen sich findenden Salzseen erhalten ihren Salzgehalt theils durch Salzflüsse, theils durch gesalzene Thone oder durch unterirdische Zuflüsse von anderen Seen oder salzigen Wassern, theils endlich durch Steppensalz aus dem Boden, der wohl einst den Grund des Meeres bildete. Der Boden der Seen besteht meist aus solchen Gebilden,

welche das Wasser nicht durchlassen, wie Thon, Lehm und Sand. Manche Seen setzen mächtige Salzlager ab, welche wohl in der nassen Jahreszeit zum Theil wieder aufgelöst und in die Steppen geführt werden, wo sie ausblühen; andere erreichen den zur Krystallisation erforderlichen Sättigungsgrad nicht. Das Wasser der Seen ist meist reich an Magnesiasalzen, welche da zunehmen, wo das Salz abgebaut wird. Der Gips wird theils durch Salzflüsse zugeführt, theils entsteht er durch Aufeinanderwirkung von schwefelsauren Salzen und Chlorcalcium.

Es finden sich solche Seen in großer Anzahl im Norden des Kaspischen Meeres zwischen Wolga und Ural. Im Gouvernement Astrachan zählt man allein über 700 salzausscheidende Seen und noch über 1300 Salzmoräste, aus denen Salz in geringerer Quantität gewonnen wird. Die Form dieser Seen ist meist rund oder oval, von 1 bis 10 Werst (7 Werst = 1 deutschen Meile) Umfang. Einige liegen ganz im offenen Lande, andere sind ganz oder theilweise von Hügeln umgeben. Zu den Seen im Kaspischen Steppenlande, welche eine reiche Ausbeute von Salz gewähren, gehören z. B. der Eltonsee, der Inderskische See, der Bogdosee u. a., wovon die Analysen des Wassers S. 7 mitgetheilt sind. Der Elton- oder Jeltonsee hat bei $2^3/_7$ Meilen Länge und $1^6/_7$ Meilen Breite $6^5/_7$ Meilen Umfang, bildet ein sehr flaches Bassin und ist einige Werst vom Ufer selten über 1 Arschine (0,711 Meter) tief; die Tiefe in der Mitte ist noch nicht bekannt.

Der Inderskische See an der Ostseite des Uralflusses wird durch einen Bach gespeist, welcher demselben Wasser mit 2,76 Proc. Kochsalz und zusammen 3,175 Proc. fremde Salze zuführt, und zwar jährlich 240 Millionen Kilogramm. Der Bogdosee von 42 Kilometer Umfang hat einen 0,35 Meter hohen Salzlaugenstand. Das Todte Meer, der größte Salzsee Asiens, ist bis 19 Kilometer breit und bis 85 Kilometer lang bei 363 Meter größter Tiefe. Sein Spiegel liegt 182,5 Meter unter dem Niveau des Mittelmeeres.

Salzgewinnung. Das Absetzen des Salzes aus diesen Seen beginnt in der heißen Jahreszeit mit dem Verdampfen des Wassers. Das Salz scheidet sich in mehr oder weniger regelmäßigen cubischen Krystallen aus, welche sich vereinigen, bei zunehmender Schwere zu Boden sinken oder an den hervorragenden Unebenheiten des Grundes in der Nähe hängen bleiben, oder beim Zurückziehen des Wassers an den flacheren Stellen eine Kruste am Ufer bilden, wodurch der See ein winterliches Ansehen erhält. Der Hauptniederschlag erfolgt erst mit der Abkühlung in den Abendstunden und während der Nacht. Je nach dem Sättigungsgrad der Soole, dem Klima und der Temperatur des Wassers setzen sich dickere oder dünnere Salzlagen von verschiedener Reinheit

ab; am mächtigsten sind die Absätze in der Mitte der Seen, wo dieselben am tiefsten sind. Die Salzablagerungen erscheinen in stetem Wechsel mit Thon- und Sandlagen, indem zur nassen Jahreszeit sich immer wieder ein Theil der Salzschichten vom vorigen Jahre auflöst und zu dieser Zeit die Zuflüsse viel Schlamm (Batkak) mit sich führen. Dieser Schlamm ist schwarz und stinkend, daher der laugenhaft modrige Geruch, wenn man sich dem Salzsee nähert. Die Dicke dieser Schlammschichten wechselt zwischen $^1/_4$ Werschok (0,011 Meter) und $^3/_4$ Arschin (0,53 Meter). Unter dem Batkak befindet sich die sogenannte Wurzel oder der Schädel (Koren oder Tscherep), welcher aus schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia, sowie etwas Chlornatrium, Chlormagnesium und Schlamm besteht und eine graue oder bläuliche Farbe hat. Derselbe wechselt mit dem Batkak bis in unbekannte Tiefe und wird nach der Tiefe zu immer fester und dunkler.

In sehr heißen und trocknen Sommern verdampft das Wasser wohl ganz, was aber nicht erwünscht ist, da es alsdann an Flüssigkeit zum Reinigen des Salzes von Schlamm und Bittersalz fehlt. Man nennt das Salz reif, wenn dasselbe durch Wasser, Luft und Lauge von dem beigemengten Bittersalze (Pikotje) befreit ist und mehr Festigkeit erhalten hat. Gewöhnlich steht dann die Lauge (Rapa) im Anfange des Frühjahrs $1^1/_2$ Arschin, in der Mitte des Sommers $^1/_2$ Arschin auf dem Salze, so daß man den See ohne Gefahr durchwaten kann, indem die neu abgelagerte Salzschicht auf älteren ruht, deren Mächtigkeit man gar nicht kennt. Die Rapa entsteht theils aus Regen- und Schneewasser, theils aus Bachwasser, fühlt sich fettig an, ist farblos, trübe und ätzend.

Dieselbe bestand nach Göbel aus zwei Seen aus:

Chlornatrium	10,5387	13,9997
Chlormagnesium	9,9124	5,4349
Schwefelsaurer Magnesia	8,2201	—
Schwefelsaurem Kalk	—	0,0280
Chlorkalium	—	0,1992
Brommagnesium	—	0,0065

Die Ablagerung des Salzes aus den Seen geschieht gewöhnlich alljährlich; in dem Jeltonsee blieb sie in dem Zeitraum von 1747 bis 1851 (104 Jahren) nur einmal im Jahre 1776 in Folge eines sehr regnerischen und kühlen Sommers aus.

Wenn das Salz reif geworden, so beginnt dessen Ausräumung aus dem See, das Salzbrechen, gewöhnlich im Juli.

Man gewinnt das Salz in der Regel nur aus einer Stelle des Sees, während der übrige bedeutendere Raum unbearbeitet bleibt. Nachdem der zu bearbeitende Platz abgegrenzt ist, beginnt man das Losbrechen des Salzes bei günstigen Umständen, nämlich bei Windstille, feuchter Rapa und trocknem

Wetter, mit der Holzschaufel, indem man sich von der Peripherie des Platzes der Mitte nähert. Die mit dem schwarzen Schlamm nicht innig verbundene Salzschicht hebt sich mit der Schaufel leicht ab, zumal wenn man dieselbe auf eine untergelegte Walze stützt. Jeder gebrochene Salzblock wird an Ort und Stelle an seiner unteren Fläche mittelst der Schaufel vom Schlamm befreit, mit demselben Instrument mit Soole (Rapa) mehrmals übergossen und abgewaschen und dann nach der Mitte des Platzes auf einen etwa 3000 Pud à 16,381 Kilogr. Salz fassenden Stapelplatz von 25 bis 30 Schritt im Umfang transportirt. Hier werden die Stücke mit Holzhämmern zerschlagen, auf dem Platze ausgebreitet, abermals mit Rapa ausgewaschen und dann einige Tage zum Trocknen liegen gelassen. Man bringt sodann das Salz auf einen conischen Haufen (Totschki) und läßt es daselbst etwa 8 Tage stehen, damit die Rapa gehörig abfließen und das Salz noch trocknen kann. Man reinigt einen Theil desselben noch besonders auf einer eigens vorgerichteten Tafelung durch Auswaschen mit Soole bis zur größtmöglichsten Weiße und Reinheit, wobei mechanische Beimengungen und namentlich Magnesiasalze entfernt werden. Das unreine Jeltonsalz hält noch 2¼ Proc. fremde Salze.

Dasselbe wird alsdann nach den Stapelplätzen verfahren und hier in Haufen von 100000 bis 200000 Pud in Form einer trapezoidalen Pyramide aufbewahrt, welche man zur Abhaltung der Tageswasser mit Gräben umzieht. Nicht vor 2 Jahren kommen die Haufen in Handel. Sie erhalten durch den angewehten Staub und Sand oberflächlich eine feste Rinde, welche dem Eindringen von Regen und Staub widersteht.

Die Gewinnung von 6 Millionen Pud Salz geschieht von 750 Mann in etwa 50 Tagen. Das Salzbrechen ist eine sehr beschwerliche Arbeit bei der in den Steppen herrschenden Hitze von zuweilen 56° C. und der ätzenden Beschaffenheit der Rapa. Um die Füße dagegen zu schützen, ziehen die Arbeiter wohl lange Lederstiefel (Bachili) an und über diese noch Lederschuhe.

Die Salzsorten aus verschiedenen Seen im Gouvernement Astrachan enthielten 87 bis 99 Proc. Chlornatrium, 0 bis 9 Proc. schwefelsaures Natron, Spuren bis 1,7 Proc. schwefelsauren Kalk, Spuren bis 2,8 Proc. Chlormagnesium, 0,5 bis 4 Proc. Wasser und Spuren bis 2,5 Proc. unlöslichen Rückstand.

C. Gewinnung von Kochsalz aus Meerwasser.

Darstellungsmethoden. Aus dem Meerwasser kann auf folgende Weise Chlornatrium (Seesalz, Baysalz, Sel marin, Sea salt, Bay salt) gewonnen werden:

1) Durch Versieden des Meerwassers auf Salz (Sel ignifère). Die directe Versiedung ist nur dann mit Vortheil möglich, wenn die Stein-

kohlenpreise sehr niedrig sind, z. B. in den Grafschaften Northumberland und Durham in England und an den östlichen und westlichen Küsten Schottlands.

Meist muß das Meerwasser vor dem Versieden concentrirt werden. Dies kann geschehen:

a) Durch Gradiren (Holland, Wangeroog).

b) Durch Verdunstung an der Luft in Behältern, z. B. zu Lymington an der Küste von Hampshire und auf der Insel Wight. Das Meerwasser passirt aus einem Vorteiche 3 bis 4 Reihen seichter Bassins, Sonnen- oder Auswerke, aus der letzten Reihe Bassins gelangt die Soole in zwei oder drei Sonnenpfannen und aus diesen als hinreichend concentrirte Soole in bedachte Cisternen, welche in Ziegelmauerung stehen. Dabei hat das Meerwasser $^5/_6$ seines Volums verloren. Beim Versieden dampft man die Soole in einer Tour ab, schlägt das Salz aus, läßt die Mutterlauge ablaufen und gewinnt daraus durch weiteres Eindampfen Bittersalz (Epsomsalz).

c) Durch die Laveries. Man wirft — z. B. in den französischen Norddepartements, besonders zu Avranchin in der Normandie — am Meeresufer einen Damm von Meeressand auf, welcher zur Zeit der höchsten Fluth vom Meere überfluthet werden kann. In der Zwischenzeit von einer Fluth zur anderen wird der Sand theilweise trocken und es effloresçirt Seesalz, welches gesammelt, ausgelaugt und die Soole mit 1,14 bis 1,17 spec. Gew. in flachen viereckigen Bleipfannen versotten wird. Das Salz wird in Körbe geschlagen und diese über der Pfanne aufgehängt, wobei leichtzerfließliche Salze auströpfeln. Dann wird das Salz ins Magazin geschafft, wo sich dasselbe auf dem aus trocknem Sand gestampften Boden noch weiter von den zerfließlichen Salzen reinigt und noch 20 bis 28 Proc. an Gewicht verliert. 700 bis 800 Liter Meerwasser liefern 150 bis 225 Kilogr. Salz, welches z. B. von St. Martin am Canal La Manche nach Henry enthielt:

Chlornatrium	95,950
Chlormagnesium	0,350
Schwefelsauren Kalk	1,950
Schwefelsaure Magnesia	0,425
Unlösliches	1,000

d) Durch Ausfrieren des Wassers. Gefriert Meerwasser, so enthält das Eis nur wenig Salz und der flüssig bleibende Theil der Soole wird concentrirter, als er vorher war. Nach Parrot und G. Karsten haftet die Soole nicht mechanisch zwischen den Eiskrystallen, sondern es krystallisiren Salztheile mit dem Eise wirklich zusammen. Wird die Eisdecke weggeräumt und ist die äußere Temperatur niedrig genug, so wiederholt sich der Proceß, es bildet sich Eis mit etwas höherem Salzgehalt, als das erste, und es bleibt eine wieder um etwas concentrirtere Soole zurück. Man kann auf diese Weise aus

einer schwachen Soole mit einigem Salzverlust eine ganz concentrirte Soole erhalten. Je reichlöthiger dieselbe wird, um so tiefer liegt ihr Gefrierpunkt (S. 18). Sobald die Soole so weit abgekühlt wird, daß der Gefrierpunkt unter die Sättigungstemperatur kommt, so scheidet sich Kochsalz aus. Eine Soole mit 26,3 Proc. Chlornatrium hat ihre Sättigungstemperatur bei —14° und friert bei —18,61°. Dieselbe kann also ihren Gefrierpunkt nicht erreichen, weil zu ihrem Bestehen mit dem angegebenen Procentgehalt eine Temperatur von niedrigstens — 14° erforderlich ist, unter welcher sich Salz ausscheiden muß. Enthält eine Soole 26,2 Proc. Chlornatrium, so liegt ihre Sättigungstemperatur bei —21,4° und der Frostpunkt bei — 18,55°; sie kann daher von letzterem an mit dem angegebenen Procentgehalt ohne Kochsalzabscheidung existiren.

Man hat von der Eigenschaft des Meerwassers, beim Gefrieren sich in fast reines Eis und concentrirte Soole umzuwandeln, in nördlichen Gegenden wohl Gebrauch gemacht, um aus dem Meerwasser concentrirte Soolen zum Versieden zu erhalten, z. B. in Sibirien bei Irkutzk und an dem Ochotzkischen Meere. Vor dem Eindampfen reinigt man die Soole durch Kalk, wodurch Magnesia- und Thonerdesalze zersetzt werden, in Folge dessen das Salz reiner und gesunder und der Verlust vermieden wird, welcher sonst beim Aufbewahren durch das Zerfließen des Chlormagnesiums und Chloraluminiums entsteht. Das Seesalz enthält 13,6 Proc. Glaubersalz beigemengt.

Für Deutschland hat dieses Verfahren der Eisgradirung für arme Soolen bei den weniger strengen Wintern keine Bedeutung. Die Concentration findet nur langsam Statt und das Abeisen erfordert viel Arbeit.

Analysen von durch Gefrieren des Meerwassers erzeugtem Salz, nach Heß:

	a.	b.	c.	d.
Chlornatrium	77,60	74,84	91,49	74,71
Schwefelsaures Natron	13,60	15,20	2,76	13,80
Chloraluminium	6,20	1,17	2,60	6,50
Chlorcalcium	0,94	5,21	1,10	1,44
Chlormagnesium	1,66	3,57	2,05	3,55

a) aus dem Ochotzkischen Meere, b) von Ustkutzk, c) von Irkutzk, d) von Selengisk.

In Polargegenden setzen sich zuweilen auf den Eisflächen Salzkörner (Rassol) in kleinen halbkugelförmigen Häufchen ab, welche nach Wrangel dadurch entstanden sein sollen, daß die Wellen aus offenen Stellen auf früher gebildete Eisflächen spritzten und das Wasser darauf verdunstete.

Enthalten die Soolen außer Gips noch andere schwefelsaure Salze, so scheidet sich mit dem Eis Glaubersalz aus und geht verloren.

e) Durch Auflösen von Steinsalz oder Seesalz in Meerwasser zur Raffination der beiden ersteren und zur Gewinnung des Chlornatriumgehaltes aus letzterem. Auf diese Weise wird in den Niederlanden englisches Steinsalz und Seesalz aus Spanien, Portugal und Frankreich raffinirt und ein ausgezeichnetes Product erlangt, in England Salt upon salt genannt. Zu Wallöe in Norwegen wird Meerwasser durch Gradirung auf 12,5 bis 15,5 Proc. concentrirt und die angereicherte Soole noch durch Steinsalz gesättigt. Man legt das Steinsalz in den sechsten oder Gutfallkasten, wo dasselbe durch die niedertröpfelnde Soole aufgelöst wird und 26-procentige Soole erfolgt. Das Versieden geschieht auf gewöhnliche Weise.

2) Durch freiwillige Verdunstung des Wassers an der Luft in den sogenannten Salzgärten (Salins, Marais salans, Marinhas). Dieses Verfahren der Kochsalzgewinnung, wobei die Ausscheidung des Kochsalzes durch freiwilliges Verdunsten des Wassers geschieht und eine billige Verfrachtung des Productes stattfinden kann, wird hauptsächlich in den am Atlantischen Meere gelegenen Ländern bis zum 48. Grade nördlicher Breite ausgeführt, so in Frankreich (Departements am Busen von Biscaja), Spanien (am Busen von Cadix) und Portugal (bei Oporto, Almiro, am Meerbusen von Setuval, zu St. Ubes und Alcacer do Sal u. s. w.), ferner am Mittelländischen Meere, hauptsächlich an französischen Küsten, in Spanien (Andalusien, Catalonien, Valencia, Murcia), in Neapel, auf Sicilien, Sardinien und Elba, im Kirchenstaat, in Venetien, Istrien und Dalmatien (Wagner's Jahresber. 1862, S. 217) u. a. Man macht zur Gewinnung des Kochsalzes aus Meerwasser bald künstliche Anlagen (Salzgärten), bald sind dieselben überflüssig, wenn in der Nähe der Küste gelegene Seen und Salzsümpfe vom Meere gespeist werden, ohne daß letzteres die vor denselben gelegenen Dünen- und Küstenwälle übersteigt (französische Küsten am Mittelländischen Meere, Sicilien, Sardinien, Elba, Kirchenstaat, Lagunen und Salzsümpfe am Tyrrhenischen Meere).

Veranlassung zur Ausführung der Salzgewinnung in Salzgärten hat ohne Zweifel der Umstand gegeben, daß Meerwasser zur Zeit hoher Fluthen an flachen Küsten vertiefte Stellen ausfüllte, welche dann nach dem Verdunsten des Wassers in der heißen Jahreszeit Salz enthielten. Auf diese Weise scheidet sich Salz auf der Insel Sardinien und an den bessarabischen Küsten, in den sog. Limans aus. Dieses sind durch einen angeschwemmten Damm (Peressip) vom Meere getrennte erweiterte Flußmündungen, in welche bei hohen Fluthen Meerwasser gelangt. Trocknet dasselbe dann im Sommer theilweise aus, so bleibt eine oft mehrere Zoll dicke Salzkruste zurück.

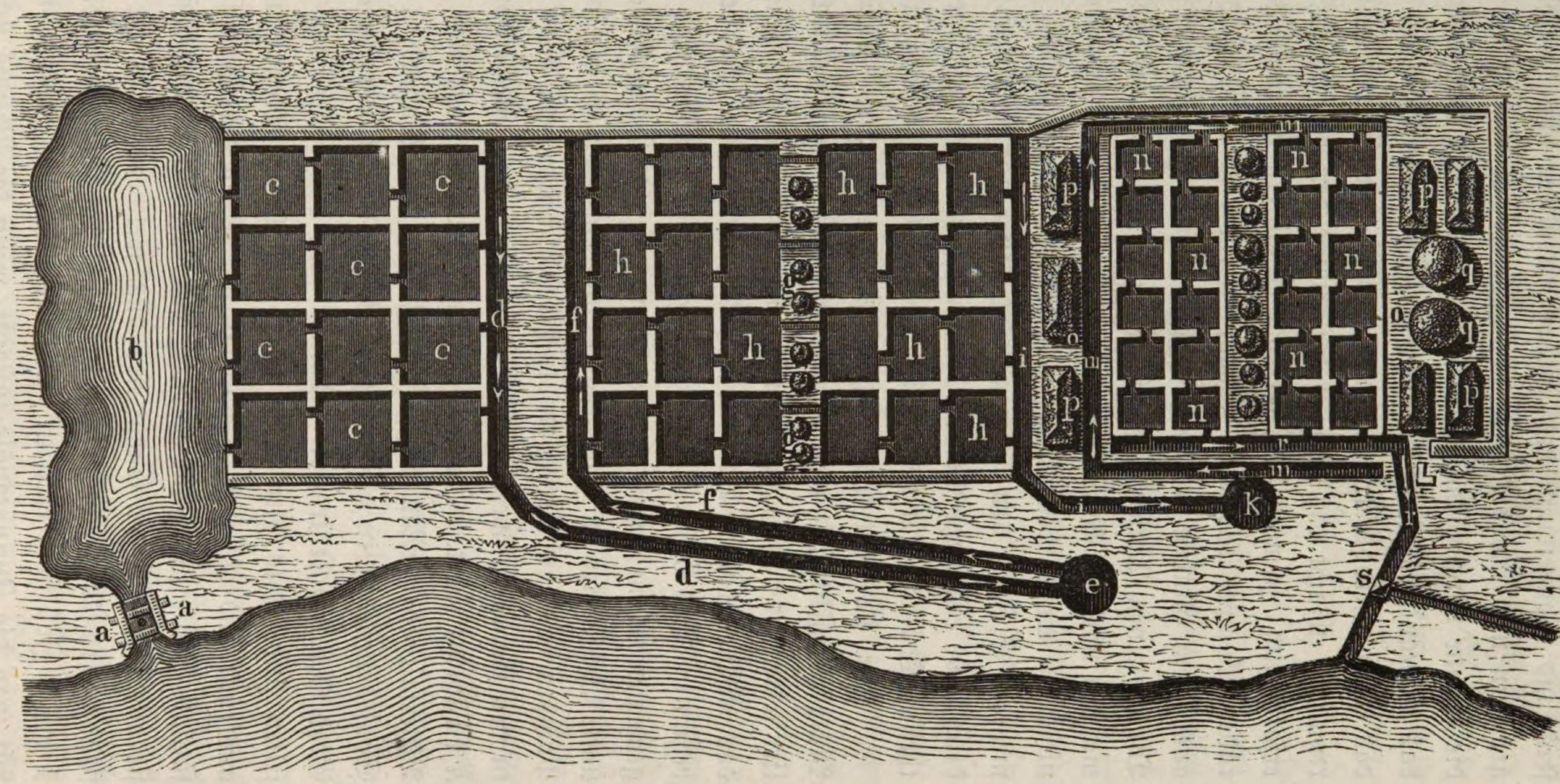
Die Salzgärten oder Meersalinen*) sind in der Nähe des Meeres oder eines salzigen Sees liegende flache Behälter, in deren Abtheilungen (Couches, Tables, Aires, Brine-pits) man das Meerwasser behuf Verdunstung des Wassers und Abscheidung des Salzes circuliren läßt, nachdem dasselbe in einem größeren und etwas tieferen Reservoir (Jus, Vaset) sich geklärt hat und durch die Sonne vorgewärmt ist. Wo möglich legt man die Gärten niedriger, als das Niveau des Meeres, damit dasselbe ohne Weiteres oder bei Fluthzeiten in das Hauptreservoir treten kann, wobei man seinen Zufluß durch eine Schleuse regulirt. Macht das Terrain die Anlage der Salzgärten über dem Meeresniveau erforderlich, so muß das Meerwasser mittelst hydraulischer Maschinen (Schöpfräder, Pumpen ꝛc.) in das Hauptreservoir geschafft werden. Dieses kann auch aus einem Graben bestehen, welcher den Garten von außen theilweise umgiebt. Die einzelnen Abtheilungen oder Beete des Gartens sind durch kleine Dämme mit den nöthigen Einlaßöffnungen (Gourmas, Brassoures) geschieden und ihre nivellirte Sohle besteht aus zubereitetem aufgestampften Thon. Zuweilen sind mehrere Systeme von Teichen durch lange Canäle (Mort) mit einander verbunden. Alle Frühjahr werden die Salzgärten gereinigt, geebnet, gewalzt, die Abtheilungsdämme gut hergestellt und das Ganze gehörig getrocknet.

Fig. 12 stellt einen solchen Salzgarten dar. Man läßt etwa im Monat März zur Fluthzeit das Meerwasser, dessen Zufluß durch die Schleuse *a* regulirt wird, in das Hauptbassin *b* (Jus) 2 bis 6 Fuß hoch eintreten, worin sich das Wasser von Schlammtheilen klärt und auch schon eine Wasserverdunstung beginnt. Aus *b* fließt das geklärte Wasser langsam und wohl auf einer passend geneigten Ebene durch wagerechte und seichte Vorteiche *c* (Couches), gelangt unter Verdunsten in den Canal *d* und durch diesen in eine Cisterne *e*. Mittelst Pumpen oder anderer hydraulischer Maschinen hebt man die angereicherte Soole in den Canal *f*, welcher dieselbe in eine neue Reihe von Verdunstungsbassins *h* (Tables) führt. In den Bassins *c* und *h* setzt sich der meiste Gips nebst Bittersalz ab. Man regelt den Zufluß des Wassers in denselben so, daß die Soole, wenn sie in die hintersten Reihen *h* (Muant) gelangt ist, einen solchen Grad der Concentration erhalten hat, daß sich Salz daraus absetzt. Nur selten findet dies hier schon in so reichlichem Maße Statt, daß man dasselbe auskrückt und auf dem Damm *g* zu kleinen Haufen zusammenzieht. Die gesättigte Soole fließt aus *h* durch den Canal *i* in die Cisterne *k* und man hebt sie aus dieser in den Canal *m*, aus welchem sie in die sehr sorgfältig hergestellten Krystallisirbassins *n* (Aires) an der Hinterseite oder an mehreren Seiten 1 bis 3 Zoll hoch eintritt. Man regulirt den Zufluß durch einen Pfahl, womit man die Zuflußcanäle zustopft, wenn die Bassins sich gefüllt haben.

*) Preuß. Ztschr. IV., 1. 1864.

Die in den Krystallisationsteichen abgesetzten Salzkrusten bricht man ein, krückt sie je nach der Witterung wöchentlich zwei- oder dreimal, ja selbst täglich mit hölzernen Krücken an die Ränder oder Dämme *o* der Beete zu kleinen Haufen zusammen und läßt die ablaufende Mutterlauge in die Teiche zurückgehen, von wo dieselbe, wenn kein Salz mehr auskrystallisirt, durch den mit einer Schleuse *s* versehenen Canal *r* in die See zurückfließt. Von wesentlichem Einfluß auf die Reinheit des Salzes ist es, ob man das Meerwasser in einem und demselben Bassin durch die Sonnenwärme concentrirt und krystallisiren läßt, oder ob sich dasselbe zuvor in großen Bassins durch Ruhe reinigt, dann in den Verdampfungsbassins sich concentrirt, wobei der meiste Gips nebst Bitter-

Fig. 12.



salz niederfällt, und endlich in besonderen Bassins krystallisirt. Beim Auskrücken des Salzes muß möglichst sorgfältig verfahren werden, damit das Salz nicht durch zu viel Thon verunreinigt wird. Das gewonnene Seesalz ist um so weißer, je weniger dasselbe von dem die Sohle der Beete bildenden Thon verunreinigt ist. Dasselbe enthält noch fremde Salze, namentlich Chlormagnesium. Um es davon möglichst zu befreien, wird dasselbe von den Dämmen weggenommen, am Rande des Gartens zu viereckigen *p* (Vaches) oder runden Haufen *q* (Pilots) aufgestürzt und diese, mit Seegras oder Stroh bedeckt, einige Monate im Freien stehen gelassen. Dabei zerfließt durch die Luftfeuchtigkeit das Chlormagnesium, sammelt sich am Fuß der Haufen und läuft ab.

Die Meersalzbereitung geschieht jährlich während 5 bis 6 Monaten und man macht je nach der Witterung zwei bis drei Ernten, von denen die erste gewöhnlich das beste Salz hinsichtlich seiner Korngröße, Festigkeit und Reinheit liefert, weil dabei der Einfluß der Mutterlauge weniger ins Spiel kommt. Von ihrer rechtzeitigen Entfernung hängt der Erfolg des Betriebes, namentlich der Gehalt des Kochsalzes an Bittererdesalzen ab.

Auf den dalmatischen Meeressalinen zu Arbe, Pago und Digniska wendet man ein etwas modificirtes Verfahren an. Man läßt die concentrirte Soole in den letzten Beeten vollständig verdunsten und ebnet, wenn das Salz in den Beeten ganz trocken geworden ist, die Oberfläche desselben mit einer steinernen Walze. Dann läßt man von Neuem gesättigte Soole auf die Salzlage treten und wiederholt dieses Verfahren mehrere Male, bis sich eine hinreichend starke Salzrinde erzeugt hat. Diese wird mit Schaufeln abgehoben, in Magazine gebracht und giebt nur ein unreines schmutziges Salz.

Auf der Insel Sicilien findet eine Meersalzgewinnung in günstig gelegenen Lagunen Statt.

Der Erfolg der Salzgewinnung hängt hauptsächlich von der Witterung, von der Sonnenwärme und dem Winde ab. Je heißer und windiger das Wetter, desto mehr Seesalz gewinnt man.

Usiglio hat das Wasser des Mittelmeeres analysirt, dasselbe einer methodischen Verdunstung unter ähnlichen Umständen wie in den Salzgärten im Großen unterworfen, die Producte für eine Reihe von Graden der zunehmenden Concentration untersucht und daraus die chemischen Vorgänge beim Verdunsten des Meerwassers aufgeklärt*).

Das Wasser aus dem Mittelländischen Meere in der Nähe von Cette in 3000 bis 5000 Meter Abstand vom Ufer und in 1 Meter Tiefe geschöpft, zeigte 3,5° B. und 1,0258 spec. Gew. und enthielt in 10000 Gewichtstheilen folgende Bestandtheile:

*) Siehe auch Gurlt im Berggeist 1861, S. 353.

Chlornatrium	294,24
Chlormagnesium	32,19
Chlorkalium	5,05
Bromnatrium	5,56
Schwefelsaure Magnesia	24,77
Schwefelsaure Kalkerde	13,57
Kohlensaure Kalkerde	1,14
Eisenoxyd	0,03
	376,55

Die folgende Tabelle enthält die Niederschläge und Krystallisationen nach Gewicht und Zusammensetzung, wie sie den Dichten in der ersten Columne entsprechen:

Dichte der Flüssigkeit.	Volum der jedesmaligen Mutterlauge.	Abgeschiedenes Salz (in Grm.).						
Grad Beaumé.	Liter.	Eisenoxyd.	Kohlensaurer Kalk.	Schwefelf. Kalk mit Hydratwasser.	Chlornatrium.	Schwefelf. Magnesia.	Chlormagnesium.	Bromnatrium.
3,5	1,000	—	—	—	—	—	—	—
7,1	0,533	0,003	0,064	—	—	—	—	—
11,5	0,316	—	Spur	—	—	—	—	—
14,0	0,245	—	Spur	—	—	—	—	—
16,75	0,190	—	0,053	0,560	—	—	—	—
20,60	0,144	—	—	0,562	—	—	—	—
22,00	0,131	—	—	0,184	—	—	—	—
25,00	0,112	—	—	0,160	—	—	—	—
26,25	0,095	—	—	0,051	3,261	0,004	0,008	—
27,00	0,064	—	—	0,148	9,650	0,013	0,036	—
28,50	0,039	—	—	0,070	7,896	0,026	0,043	0,073
30,20	0,030	—	—	0,014	2,624	0,017	0,015	0,036
32,40	0,023	—	—	—	2,272	0,025	0,024	0,052
35,00	0,016	—	—	—	1,404	0,538	0,027	0,062
	Summa Grm.:	0,003	0,117	1,749	27,107	0,624	0,153	0,222

1 Liter der correspondirenden Mutterlaugen enthielt für die verschiedenen Dichtigkeiten nachstehende Bestandtheile in Grammen:

	35° B. = 1,320 spec. Gew.	30° B. = 1,264 spec. Gew.	25° B. = 1,210 spec. Gew.
Schwefelsauren Kalk	2,07	—	—
Schwefelsaure Magnesia	22,64	78,76	114,48
Chlormagnesium	29,55	101,60	195,31
Chlorkalium	4,90	18,32	32,96
Bromnatrium	5,23	14,72	20,39
Chlornatrium	268,90	21,280	159,79
Summa:	333,29	426,20	522,93

Den mitgetheilten Analysen zufolge scheidet sich beim Verdunsten des Meerwassers zuerst kohlensaurer Kalk mit Eisenoxyd ab, welches letztere aus dem Meerwasser oder aus dem Boden des Bassins stammt. Dasselbe wird bei der Fäulniß der im Salzwasser entstandenen organischen Bildungen zu Oxydul reducirt, dieses in überschüssiger Kohlensäure als kohlensaures Eisenoxydul aufgelöst, an der Luft aber nach dem Entweichen der Kohlensäure als Eisenoxydhydrat gefällt.

Sobald die Soole am Aräometer 15 bis 18° zeigt, beginnt der Gips in wasserhaltigem Zustande sich niederzuschlagen, und dessen Ausscheidung ist bei 25-grädiger Soole großentheils geschehen, indem derselbe in schwefelsaurer Magnesia, welche sich concentrirt hat, unlöslich ist. Alsdann beginnt das Kochsalz in großen durchsichtigen Krystallen sich auszusondern, welche immer kleiner und undurchsichtiger werden, je mehr sich die Soole concentrirt und an Chlormagnesium reicher wird, durch welches sich die Löslichkeit des Kochsalzes verringert.

Sobald die Concentration bis zu 30° B. vorgeschritten ist, läßt man die Mutterlaugen ab und ersetzt sie durch neue concentrirte Salzlösung, was vom Beginne der Krystallisation bis zum Auskrücken des Salzes drei- bis viermal geschieht. Wollte man die Concentration mit der 30-grädigen Lösung noch weiter fortsetzen, so würde das ausgeschiedene Salz durch Magnesiasalze zu sehr verunreinigt werden.

Concentrirt man die Soole noch über 35° B. hinaus, dann treten verwickeltere Reactionen ein, weil alsdann die Krystallisationen nicht mehr allein Folge der Verdunstung, sondern zugleich des Temperaturwechsels zwischen Tag und Nacht sind. Während bei Tage durch Verdunstung mehr Chlornatrium ausgeschieden wird, krystallisirt Nachts durch Abkühlung schwefelsaure Magnesia aus. Dadurch wird der normale Zustand der Flüssigkeit so verändert, daß der weitere Erfolg des Betriebes weniger sicher und von der Witterung abhängig wird. Die Abscheidung der schwefelsauren Magnesia, welche mit den Kochsalzkrystallen eine feste Salzkruste bildet, wird durch die Anwesenheit von Chlormagnesium begünstigt, in welchem erstere viel weniger löslich ist, als in reinem Wasser. Sinkt die Temperatur der Luft plötzlich auf 10°, so setzen sich in der Mutterlauge beträchtliche Mengen von reinem Bittersalz ab.

Durch öfteres Decantiren der Mutterlauge von den jedesmaligen Krystallisationen und Hinstellen zur weiteren Krystallisation in dünnen Schichten an die Luft läßt sich die Beschaffenheit der zur Tages- und Nachtzeit abgesetzten Krystalle ermitteln.

Mutterlauge von 35° B. giebt in der ersten Nacht fast reines Bittersalz, die erste Mutterlauge davon am folgenden Tage ein Gemenge von Kochsalz, Bittersalz und zuweilen Chlorkalium; die davon getrennte zweite Mutterlauge

in der Nacht ziemlich reines Bittersalz; die dritte Mutterlauge von 33 bis 34^0 B. = 1,308 bis 1,320 spec. Gew. am nächsten Tage eine sehr gemischte Krystallisation von Bittersalz und Kochsalz, Chlor- und Brommagnesium und schwefelsaurem Magnesia-Kali = $(KO . SO_3 + MgO . SO_3) + 6 HO$. Dieses Doppelsalz bildet die Hauptmasse und kann durch Umkrystallisiren leicht rein erhalten und als Material für die Darstellung von Kalialaun verwendet werden. Durch Zersetzung seiner Lösung mit Soda läßt sich kohlensaure Magnesia und schwefelsaures Kali daraus darstellen. Die vierte Mutterlauge liefert in der nächsten Nacht bei 36^0 B. neues Doppelsalz von Chlorkalium und Chlormagnesium, mit ersterem gemischt.

Da die Zerfließlichkeit des Chlormagnesiums die weitere Concentration über 37^0 B. durch Verdunstung schwierig macht, so setzt man dieselbe zweckmäßig über Feuer fort und erhält dann aus der fünften Mutterlauge während des nächsten Tages das Doppelchlorür, ebenso während der Nacht, aber dann mit Bittersalz gemengt, wenn die Temperatur zu schnell oder zu stark sinkt. Die letzte Mutterlauge von 38 bis 40^0 B. enthält neben etwas Kochsalz und Bittersalz im Wesentlichen Chlormagnesium, welches im Herbste bei $+ 6^0$ und darunter reichlich auskrystallisirt.

Als Producte der Salzgärten erhält man:

a) Seesalz von weißer, grauer und röthlicher Farbe, welche dasselbe dem beigemengten Thon von der Sohle des Gartens verdankt, und mehr oder weniger mit anderen Salzen verunreinigt, wie nachstehende Analysen zeigen:

	Chlor-natrium.	Schwefels. Magnesia.	Chlor-magnesium.	Schwefels. Kalk.	Schwefels. Natron.	Unlösliches.	Feuchtigkeit.
1	95,91	—	0,46	0,49	0,40	0,16	2,58
2	96,35	—	0,50	0,45	0,51	0,07	2,12
3	95,19	1,69	—	0,56	—	—	2,45
4	89,19	6,20	—	0,81	—	0,20	3,60
5	80,09	7,27	—	3,57	—	0,20	8,36
6	91,14	3,54	0,70	0,33	—	—	4,20
7	93,70	3,50	1,10	1,50	—	0,20	—
8	98,80	0,50	0,50	0,10	—	0,10	—
9	93,55	1,75	2,80	1,50	—	0,40	—
10	96,50	0,25	0,32	0,88	—	0,10	1,95
11	95,86	0,35	0,24	1,30	—	0,15	2,10
12	92,46	0,66	0,55	2,28	—	0,95	3,10
13	96,425	0,425	0,200	1,950	—	1,000	—
14	97,20	0,50	0,40	1,20	—	0,70	—
15	95,11	1,30	0,23	0,90	—	0,10	2,35
16	87,97	0,50	1,58	1,65	—	0,80	7,50

1) Salz aus dem Salzgarten von St. Felice bei Venedig nach Schrötter und Pohl; 2) desgl. von Trapani in Sicilien nach denselben. Beide

Sorten hinterließen einen aus Kalk, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Phosphorsäure, Kohlensäure und Quarzsand bestehenden Rückstand. Die Analyse bezieht sich auf 100 Th. des in der Lösung enthaltenen Salzgemenges. 3—5) Salz von St. Ubes in Portugal von erster, zweiter und dritter Qualität nach Berthier. 6) Salz von Figueras nach demselben; 7) Salz von Lymington nach Henry; 8) desgl. ebendaher, cat salt; 9) schottisches Seesalz, durch directes Versieden von Meerwasser erzeugt, nach Henry; 10—12) von St. Ubes nach Karsten; 13) und 14) aus Charente inférieure in Frankreich und zwar aus Oléron und Marennes; 15) gewöhnliches Salz des Languedoc und der Bretagne; 16) graues Salz von den Küsten der Bretagne.

Seesalz von	Chlornatrium.	Fremde Salze.
Curaçao nach Mulder	99,20	0,80
Lissabon „ „	93,54	6,46
St. Ubes „ „	92,89	7,11
Liverpool „ „	94,73	5,27
Frankreich „ „	94,74	5,26
Rotterdam, raffin., nach Mulder	98,42	1,58
„ ordin. „ „	97,82	2,18
Frankreich nach Serullas	91,50	10,61
Ochotzk in Sibirien nach Heß	77,60	22,40

Während Marcet das Rohsalz des Weltmeeres nachstehend (a und b) zusammengesetzt gefunden hat, ist Mulder der Ansicht, daß die Salze des Meerwassers überall ein fast gleiches Verhältniß (c) zeigen:

	a.	b.	c.
Chlornatrium	70,658	80,90	78,5
Chlormagnesium	13,691	8,55	9,4
Chlorkalium	—	—	1,0
Chlorcalcium	3,272	—	—
Brommagnesium	—	—	0,17
Schwefelsaurer Kalk	—	4,00	4,4
Schwefelsaure Magnesia	—	6,55	6,4
Schwefelsaures Natron	12,379	—	—
Kohlensaurer Kalk	—	—	0,04
Kieselsäure	—	—	0,009
Ammoniak	—	—	0,013

Nach Marcet's Analyse sind demnach 100 Th. Kochsalz im Meerwasser von 41,5 Th. fremder Salze begleitet und es gleicht dasselbe mehr einer verdünnten Mutterlauge, als einer 3,75-procentigen Kochsalzsoole.

Man raffinirt wohl das Seesalz auf die Weise, daß man dasselbe in

Seewasser auflöst und die gebildete Soole versiedet, wie gewöhnlich. Solches raffinirtes Salz, Salt upon salt, stellt man in England, Nordholland ꝛc. dar (S. 52). Rohe Seesalze reinigt man häufig mit Alaun (Oesterr. Zeitschr. 1867, Nr. 15) von organischen und thonigen Beimengungen, indem man zur erhitzten Lösung Alaunlösung setzt, welche die Flüssigkeit alsbald klärt. Man zieht den Schaum ab, dampft die geklärte Lauge in denselben Kesseln nahe zur Trockne und bringt das Salz nach vorheriger gänzlicher Trocknung in Kugel- oder Mehlform zum Verkauf. Bei diesem Klären verhält sich das schwefelsaure Kali des Alauns indifferent, wenn keine kohlensauren Alkalien und Erden vorhanden; dagegen wird die schwefelsaure Thonerde zersetzt, die Thonerde wird unlöslich und zieht organische Stoffe und thonige Theile an. Auch durch Auswaschen des Seesalzes mit möglichst heißer Kochsalzlösung findet eine Reinigung Statt, wie nachstehende Analysen ergeben:

	Sicilianisches Salz.		Venetianisches Salz von St. Felice.	
	Roh.	Mit Alaun gereinigt.	Roh.	Mit Salzlösung gereinigt.
Chlornatrium	93,349	97,311	92,710	94,072
Chlormagnesium	0,604	0,472	0,411	0,141
Schwefelsaure Kalkerde	0,709	0,556	0,512	0,373
Schwefelsaure Talkerde	0,409	0,412	0,341	0,060
Wasser u. organische Substanzen	4,531	0,889	5,940	5,073
Unlöslicher Rückstand	0,163	0,017	0,152	0,116

Das Salz von St. Ubes (Setuvaler Salz) ist sehr grobkörnig und scharf, schmilzt nicht so schnell wie feines und weniger scharfes Salz und dient besonders zum Einsalzen von Fleisch und Fischen.

Das Seesalz aus den österreichischen Salzgärten des Adriatischen Meeres erfreut sich keines so guten Rufes als das spanische, portugiesische und französische, weil man bei Bereitung desselben weniger sorgfältig verfährt. Beim Ausziehen desselben aus den Thonbeeten, welche weniger vorsichtig ausgestampft sind, kommt viel Thon unter das Salz und dasselbe bleibt unreiner, weil man es nicht erst längere Zeit unter Strohdecken in Haufen stehen läßt, sondern gleich vom Rande der Beete weg in die Magazine schafft.

Frankreich verdankt fünf Sechstel seiner Salzproduction dem Meere, bei Spanien ist das Verhältniß des Seesalzes zum Landsalze wie 3 : 1, bei Portugal wie 15 : 1, bei Sicilien wie 10 : 1 ꝛc.

Die Seesalz erzeugenden Staaten haben ihre Fabrikationswerkstätten größtentheils am Mittelländischen und Atlantischen Meere aufgeschlagen und es sind die nördlichsten Salinen des Adriatischen Meeres gegen jene der Normandie

und Bretagne um mehr als zwei Breitengrade südlicher und daher noch sehr günstig gelegen.

In Frankreich produciren das Seesalz fünf Departements am Mittelmeere, fünf am Atlantischen Ocean und am Meerbusen von Biscaya und vier am Canal, außerdem die Insel Corsica.

Die Salinen in Istrien liefern ihr weißes Salz zu 32, halbweißes zu 28 und graues zu 20 Kreuzer pro 110 Wiener Pfund an den österreichischen Staat (also weißes Salz zu etwa 2,16 Frs. pro 100 Kilogr.). Eine Actiengesellschaft auf der Insel Sardinien giebt das Salz an die italienische Regierung zu 0,6 Frs., ins Ausland zu 1,2 Frs. pro 100 Kilogr. ab.

b) Mutterlaugen. Dieselben enthalten als wesentlichsten, aber fast werthlosen Bestandtheil Chlormagnesium, ferner bedeutende Quantitäten von Chlornatrium, Chlorkalium und schwefelsaurer Magnesia, sowie Bromverbindungen. Balard fand in einer Mutterlauge französischer Salinen am Mittelmeer (a) und Otto in einer solchen von Nordseewasser bei 1,2474 spec. Gew. (b):

	a.	b.
Chlormagnesium	16,6	16,7200
Chlornatrium	4,6	5,8825
Brommagnesium	—	0,5891
Schwefelsaure Magnesia	2,4	1,2384
Schwefelsaures Kali	—	3,5415
Wasser	—	72,0285

Die Zusammensetzung mehrerer Mutterlaugen nach Usiglio ist S. 56 mitgetheilt. Die Mutterlauge bleibt meist unbenutzt, wird aber hier und da auf Bittersalz und Magnesia (zu Lymington in England, seit 1859 zu Pirano in Istrien) verarbeitet. Derartige Benutzungen basiren darauf, daß in Lösungen von Salzgemengen bei einer Temperaturerniedrigung oder bei Wasserverlust durch Verdunstung oder Verdampfung sich die Basen und Säuren, ohne Rücksicht auf chemische Verwandtschaft, dem jedesmaligen Löslichkeitsgrad der aus ihnen möglichen Verbindungen entsprechend zusammenordnen, wobei sich zuerst immer diejenigen Verbindungen bilden und ausscheiden, deren Bestandtheile gerade in der zur Sättigung der Lösung erforderlichen Menge vorhanden sind. Das Verhältniß dieser Menge zu derjenigen des Lösungswassers wird durch die Menge und Art der übrigen in Lösung vorhandenen Bestandtheile geändert und ist selbst bei gleicher Temperatur keine constante Größe. Diesen Grundsätzen gemäß stellt man schon seit länger aus Mutterlauge schwefelsaures Natron in Winterkälte dar, welches durch Umsetzung von Chlornatrium und

schwefelsaurer Magnesia bei einer Abkühlung unter 0° auskrystallisirt. Ein größerer Gehalt an Chlormagnesium hindert diese Ausscheidung, weil dasselbe die Löslichkeit des Glaubersalzes steigert, während es diejenige der schwefelsauren Magnesia und des Chlornatriums vermindert.

Schon vor 15 bis 20 Jahren hat Balard*) in Süd-Frankreich ein auf obige Grundsätze basirtes Verfahren zur Ausbeutung der Mutterlauge der Meersalinen angewendet, welches, im Wesentlichen mit dem schon zu Anfang dieses Jahrhunderts von Herrmann in Schönebeck für die dasigen Salinenmutterlaugen benutzten übereinstimmend, in seiner neueren Modification nachstehende Operationen erfordert:

α) Verdunstung der Mutterlauge in Salzgärten bis zu 35° B., wo dann während der Nacht schwefelsaure Magnesia wegen abnehmender Löslichkeit und am Tage Kochsalz sich ausscheidet (S. 57); man erhält auf diese Weise, von Chlormagnesium getrennt, etwa die Hälfte des vorhandenen Bittersalzes. Das zusammenkittende, eine dichte feste Lage bildende Gemisch von schwefelsaurer Magnesia und Kochsalz wird in möglichst wenig Wasser gelöst, die Lösung im Winter zu günstiger Zeit, bei kaltem trocknen Wetter, 0,1 Meter hoch in Salzbeeten ausgebreitet, wobei durch Einwirkung der Kälte Glaubersalz auskrystallisirt und zwar am meisten, wenn auf 1 Aeq. schwefelsaure Magnesia mindestens 2 Aeq. Kochsalz vorhanden sind. Sollte dies nicht der Fall sein, so setzt man das Fehlende an Kochsalz, welches die Löslichkeit des Glaubersalzes vermindert, kurz vor dem Einbringen der Lauge in die Beete zu, um die dabei eintretende Temperaturerniedrigung auszunutzen. Damit sich das ausgeschiedene Salz bei steigender Temperatur nicht wieder in der Mutterlauge löst, zieht man letztere schnell davon ab und setzt sie ab oder, da sie hauptsächlich Chlormagnesium enthält, fällt man durch kohlensaures Natron kohlensaure Magnesia daraus. Man kann in einer günstigen Nacht bei etwa — 2° C. $^4/_5$ des vorhandenen Schwefelsäuregehalts im Glaubersalz nutzbar machen.

β) Die Mutterlauge von dem vorhinnigen Salzgemisch (schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium) wird in bedachten Reservoirs bis zum Herbste aufbewahrt und dann in große gemauerte Behälter von geringer Tiefe gethan, worin bei einer Temperatur von etwa 6° C. noch der größte Theil der schwefelsauren Magnesia auskrystallisirt. Man vermischt dieselbe mit dem doppelten Aequivalent Kochsalz und gewinnt in obiger Weise Glaubersalz daraus.

γ) Die an Chlorkalium und Chlormagnesium reiche Mutterlauge von der schwefelsauren Magnesia wird im nächsten Sommer in Salzgärten weiter ver-

---

*) Dingler's Journ. 94, 297; 126, 157; Erdmann's Journ. 35, 331; Wagner's Jahresber. 1863, S. 279; 1865, S. 296.

dunstet, wobei sich ein Doppelsalz von Chlorkalium und Chlormagnesium ($KCl + 2MgCl + 12HO$, Carnallit, S. 34) ausscheidet. Der große Gehalt an Chlormagnesium, welcher das Wasser energisch zurückhält, erschwert die Concentration durch Verdunstung, und kann eine Verdampfung durch Feuer vortheilhafter sein. Das genannte Doppelsalz wird auf Chlorkalium (S. 38) verarbeitet, indem man dessen Lösung verdampft, wobei sich anfangs Chlorkalium abscheidet, dann wieder das ursprüngliche Doppelsalz, wenn eine entsprechende Menge freies Chlormagnesium entstanden ist, welches wieder in eben angegebener Weise behandelt wird. Die an Chlormagnesium reiche Mutterlauge kann durch kohlensaures Natron zersetzt werden.

δ) Die nach Ausscheidung des Doppelsalzes (Carnallit) zurückbleibende Mutterlauge von etwa 40° B. enthält hauptsächlich noch Chlormagnesium und Bromverbindungen, deren Bromgehalt durch Destillation mit Schwefelsäure und Braunstein erhalten werden kann (S. 45).

Die Schattenseiten dieses Verfahrens (Laugenverluste durch Infiltration, langsame Verdunstung, Abhängigkeit von der Witterung ꝛc.) hat neuerdings Merle (Wagner's Jahresber. 1863, S 279) durch nachstehendes Verfahren beseitigt:

α) Die Mutterlaugen von 28° B. werden mit 10 Proc. Wasser verdünnt, damit sich mit dem Glaubersalz kein Kochsalz absetzt, und in dem Carré'schen Eisapparat einer Temperatur von — 18° C. ausgesetzt, wobei sich Glaubersalz ausscheidet, welches durch Schöpfgefäße an einer Kette ohne Ende weggeführt, in einem Centrifugalapparat von Mutterlauge befreit und im Flammofen entwässert wird.

β) Die Mutterlaugen vom Glaubersalz, welche neben Chlornatrium, Chlorkalium und Chlormagnesium noch 12 bis 15 Proc. des ursprünglichen, an Natron und Magnesia gebundenen Schwefelsäuregehalts besitzen, werden in eisernen Kesseln auf 36° B. verdampft, wobei sich fast alles Kochsalz als feines Pulver ausscheidet, welches im Centrifugalapparat getrocknet wird und sehr rein ist. Salzkrusten brennen sich nicht auf.

γ) Behuf Gewinnung von Chlorkalium wird die siedende Mutterlauge vom ausgesoggten Kochsalz in flache gemauerte Kochbehälter gebracht, worin sich alsbald in Gestalt von Carnallit ein Doppelsalz von Chlormagnesium-Chlorkalium absetzt. Dieses übergießt man mit der Hälfte kaltem Wasser, zieht dadurch alles Chlormagnesium und etwa den vierten Theil Chlorkalium aus, versiedet die Lösung im Kessel mit den übrigen Laugen und trocknet das zurückgebliebene Chlorkalium im Centrifugalapparat, wonach dasselbe noch etwa 12 Proc. fremde Salze zurückhält.

Nach diesem Verfahren will Merle jährlich 100000 Cubikmeter Mutterlauge von 28° B. verarbeiten, von denen 1 Cubikmeter 40 Kilogr. wasserfreies

schwefelsaures Natron (100 Kilogr. zu etwa 4 Frs.), 120 Kilogr. Kochsalz und 10 Kil. Chlorkalium muthmaßlich geben wird.

Zu Lymington in England (S. 50) wird die Mutterlauge in den sonst zur Salzbereitung dienenden Pfannen zu einem dicken Magma abgedampft, aus welchem sich bei etwa 24=stündigem Stehen in 2,5 Meter langen, 1,5 Meter breiten und 0,4 Meter tiefen hölzernen Kästen Bittersalz ausscheidet. Dasselbe wird entweder nur von der Mutterlauge getrennt und dann getrocknet (einfaches Epsomsalz) oder nochmals umkrystallisirt (doppeltes Epsomsalz). 8 Gewichtsth. Mutterlauge geben 1 Th. Bittersalz und auf 100 Th. Kochsalz gewinnt man 4 bis 5 Th. Bittersalz.

D. Gewinnung von Kochsalz aus Salzsoolen.

Darstellungsmethoden. Die zur Darstellung von Kochsalz angewendeten Soolen (Saumure, Brine) treten entweder als natürliche Soolquellen aus der Erde oder werden künstlich bereitet, indem man a) durch Bergbau gewonnenes Steinsalz in Wasser in der Grube oder über Tage auflöst, b) in durch bergmännische Arbeiten im Salzgebirge ausgehauene Räume Wasser treten und dieses sich mit Chlornatrium sättigen läßt (Sinkwerke), c) Steinsalzstöcke anbohrt, Tageswasser hinzuleitet, wenn wilde Wasser nicht hinreichend aus den Gebirgsschichten selbst zutreten, und diese nach gehöriger Sättigung mit Kochsalz in die Höhe pumpt.

Je nach dem Concentrationsgrad und nach localen Verhältnissen werden die Soolen entweder gleich auf Kochsalz versotten oder zuvor durch Gradiren concentrirt. Zuweilen geschieht die Verdunstung des Wassers und somit die Salzausscheidung aus Soolen bei gewöhnlicher Temperatur durch Sonnenwärme (Darstellung von Sonnensalz).

Bischof in Neusalzwerk hat (v. Carnall's Preuß. Zeitschr. VI. Bd., 4. Lief.) die Erörterung der Frage, ob und wie weit die neuerdings aufgeschlossenen unermeßlichen Steinsalzlager der Provinz Sachsen (Staßfurt, Erfurt ꝛc.) mit zur Fabrikation von Siedesalz aufzulösen und umzusieden seien, und welches Verfahren (Auflösung durch Gebirgswasser oder durch Sinkwerke oder nach der bergmännischen Gewinnung über Tage) hierbei das zweckmäßigste — auf nachstehende allgemeine Formeln basirt.

Eine Soole läßt sich durch Steinsalz erfahrungsmäßig bis zu 19=pfündiger (d. h. mit 19 Pfd. Salz im Cubikfuß preuß.) anreichern, was jedoch nur durch Siedesoole, nicht aber durch noch zu gradirende Soole geschehen kann. Bei der Fabrikation von feinkörnigem Salz lassen sich aus 19=pfündiger Soole pro Quadratfuß Siedefläche jährlich 40 Zollctnr. Siedesalz und von grobkörnigem

Salz 12 Ctnr. gewinnen, wenn man die Siedeverluste zu resp. $4^3/_4$ und $7^3/_4$ Proc. annimmt. Bei feinkörniger Fabrikation liefern hiernach: F Quadratfuß Siedefläche 40 F Ctnr. Salz, wozu 221 F Cubikfuß 19-pfündige Soole mit 42 F Ctnr. Rohsalz zu versieden sind. Enthält nun 1 Cubikfuß dieser Soole 0,892 Cubikfuß Wasser, so müssen jährlich $221 \,.\, 0{,}892 = 197{,}1$ Cubikfuß Wasser verdampft werden.

In 1 Cubikfuß π-pfündiger oder g-grädiger Soole (welche π Pfd. Salz im Cubikfuß enthält und in welcher g Gewichtstheile Wasser 1 Gewichtstheil Salz aufgelöst enthalten) sind $\frac{\pi g}{61{,}738}$ Cubikfuß Wasser vorhanden, wonach ein Cubikfuß Wasser $\frac{61{,}738}{\pi g}$ Cubikfußen π-pfündiger Schachtsoole mit $\frac{0{,}6174}{g}$ Ctnr. Rohsalz entspricht.

Werden durch die Gradirung jährlich V Cubikfuß Soole verflüchtigt, so sind jährlich 197,1 F + V Cubikfuß Wasser zur Gradirung zu schaffen, was

$$\frac{197{,}1 \,.\, 61{,}738\,F + 61{,}738\,V}{\pi g} = \frac{12{,}169\,F + 61{,}738\,V}{\pi g}$$

Cubikfußen π-pfündiger Soole entspricht, welche

$$\frac{121{,}7\,F + 0{,}6174\,V}{g}$$

Ctnr. Rohsalz enthält.

Es gehen bei p Procent Gradirverlust

$$\left(\frac{121{,}7\,F + 0{,}6174\,V}{100\,g}\right) p$$

Ctnr. Rohsalz verloren und werden daher nur

$$\left(1 - \frac{p}{100}\right)\left(\frac{121{,}7\,F + 0{,}6174\,V}{g}\right)$$

Ctnr. Rohsalz ausgebracht. Sollen nun 42 F Ctnr. Rohsalz dargestellt werden, so müssen noch

$$42\,F - \left(1 - \frac{p}{100}\right)\left(\frac{121{,}7\,F + 0{,}6174\,V}{g}\right)$$

Ctnr. Steinsalz aufgelöst werden.

Bei mangelnder Gradirung wird p = 0 und V = 0 und die Quantität des aufzulösenden Steinsalzes ist

$$42\,F - \frac{121{,}7\,F}{g} = 42\,F\left(\frac{1 - 2{,}9}{g}\right)$$

Ctnr. und die zur Auflösung nöthige Soolenmenge $\frac{12169\,F}{\pi g}$ Cubikfuß.

Bei Erörterung der ökonomischen Frage, ob es vortheilhafter ist, die Raffination auf fernliegenden Werken vorzunehmen und das Steinsalz dorthin

zu transportiren oder dasselbe bei der Grube aufzulösen und daselbst die Umsiedung vorzunehmen, kommen folgende Punkte in Betracht:

a) die Transportkosten für Steinsalz nach dem entfernten Werke; dieselben betragen 1,05 mt Thaler, wenn die Transportkosten pro Meile und pro Ctnr. Steinsalz t Thaler und die Entfernung m Meilen ausmachen;

b) die Anlagskosten für neu zu errichtende Siedeanlagen bei der Grube; dieselben betragen pro Quadratfuß Siedefläche etwa 10 Thlr., oder bei feinkörniger Fabrikation 0,25 Thlr., bei grobkörniger Fabrikation 0,83 Thlr. pro Ctnr. Salz, oder wenn hiervon nur die Zinsen mit 5 Proc. in Ansatz gebracht werden, resp. 0,0125 und 0,0416 Thlr.;

c) die Unterhaltungskosten für die Siedeanlagen, welche sich jährlich zu 5 Proc. des Anlagecapitals, also pro Ctnr. Siedesalz zu resp. 0,0125 und 0,0416 Thlr. schätzen lassen;

d) der Brennmaterialverbrauch für das zur Auflösung erforderliche Wasser, wofür man folgende Erfahrungssätze hat: Der Siedeverlust beträgt bei einer π-pfündigen, g-grädigen Soole $\frac{90}{\pi}$ Proc., der Verbrand pro Ctnr. Siedesalz $\frac{0,44}{\pi} + 0,0354\,g$ Tonnen Steinkohlen. Aus 1 Cubikfuß π-pfündiger Soole werden also $0,01\,\pi - 0,009$ Ctnr. Salz gewonnen und dabei $0,0044 \times 0,00354\,g\pi - \frac{0,00396}{\pi} - 0,0003186\,g$ Tonnen Steinkohlen verbraucht.

In 1 Cubikfuß π-pfündiger Soole sind π Pfd. Salz mit $\pi\,g$ Pfd. Wasser aufgelöst, in 19-pfündiger Soole aber ist 1 Pfd. Salz in 2,9 Pfd. Wasser gelöst, folglich sind in der π-pfündigen Soole $\pi\,g - 2,9\,\pi$ Pfd. Wasser mehr enthalten, als zur Bildung von 19-pfündiger Soole erforderlich sind, und dieselben könnten noch $\frac{\pi\,g}{2,9} - \pi$ Pfd. Salz auflösen. Die π-pfündige Soole kann daher durch Steinsalz so angereichert werden, daß sie pro Cubikfuß $\frac{\pi\,g}{2,9}$ Pfd. Salz in 19-pfündiger Soole zur Siedung bringt, woraus $0,003284\,\pi\,g$ Ctnr. Salz mit einem Kohlenverbrand von $0,0004132\,\pi\,g$ Tonnen erzeugt werden können. Wird also eine π-pfündige Soole durch Steinsalz 19-pfündig gemacht, so gewinnt man pro Cubikfuß $0,003284\pi g - 0,01\,\pi + 0,009$ Ctnr. Steinsalz mehr, und zwar mit einem Mehraufwand an Steinkohlen von

$$0,000059\,\pi g + \frac{0,00396}{\pi} + 0,0003186\,g - 0,0044 \text{ Tonnen.}$$

Es werden also pro Ctnr. Mehrgewinn an Steinsalz

$$\frac{0{,}0059\,\pi\,g + \frac{0{,}396}{\pi} + 0{,}03186\,g - 0{,}44}{0{,}3284\,\pi\,g - \pi + 0{,}9}$$

Tonnen Steinkohlen mehr verbrannt, und da der Verbrand pro Ctnr. Steinsalz aus 19-pfündiger Soole $\frac{0{,}44}{19} + 0{,}0354 + 2{,}9 = 0{,}1258$ Tonnen beträgt, so werden bei der Auflösung des Steinsalzes in Siedesoole anderer Werke gegen die Auflösung in Wasser bei der Grube erspart

$$0{,}1258\,S^1 - \left[\frac{0{,}0059\,\pi\,g + \frac{0{,}396}{\pi} + 0{,}03186\,g - 0{,}44}{0{,}3284\,\pi\,g - \pi + 0{,}9}\right] S$$

Thaler, wenn 1 Tonne Steinkohlen bei der Grube S^1 und auf dem anderen Werke S Thaler kostet;

e) die Arbeitslöhne für den Störproceß der nicht gesättigten Soole auf anderen Salinen. In Betreff des Mehraufwandes an Arbeitslöhnen ist zu beachten, daß 1000 Cubikfuß π-pfündige $=$ g-grädige Soole $10\,\pi g$ Ctnr. Wasser und $10\,\pi$ Ctnr. Salz enthalten, welche bei der Auflösung in 19-pfündiger Soole $29\,\pi$ Ctnr. Wasser sättigen, daß also 1000 Cubikfuß π-pfündiger Soole $10\,\pi g - 29\,\pi$ Ctnr. Wasser mehr enthalten. Wenn nun erfahrungsmäßig 1000 Cubikfuß π-pfündige Soole zum Abstören $0{,}04\,g^2$ Thaler Arbeitslohn erfordern, so kommen auf 2,9 Ctnr. Wasser, womit 1 Ctnr. Steinsalz aufgelöst wird, $\frac{0{,}116\,g^2}{10\,\pi g - 29\,\pi}$ Thaler Kosten und auf 1 Ctnr. gewonnenes Siedesalz $\frac{0{,}0122\,g^2}{\pi g - 2{,}9\,\pi}$ Thaler Kosten.

Nach Vorstehendem wird es vortheilhafter sein, das Steinsalz auf ein anderes Werk zu transportiren und daselbst umzusieden, so lange die Größe 1,05 mt Thaler kleiner bleibt, als der Ausdruck

$$0{,}025 + 0{,}1258\,S^1 + \frac{0{,}0122\,g^2}{\pi g - 2{,}9\,\pi}$$
$$- \left[\frac{0{,}0059\,\pi g + \frac{0{,}396}{\pi} + 0{,}03186\,g - 0{,}44}{0{,}3284\,\pi g - \pi + 0{,}9}\right] S$$

Thaler.

Außer diesen Umständen kommt noch in Betracht einerseits, daß es vortheilhafter ist, gesättigte Soolen zu versieden, was für den Transport des Steinsalzes spricht, andererseits, daß die Förderung von durch Auslaugen des Steinsalzes in der Grube hergestellter Soole billiger zu stehen kommt, als die Förderung von festem Steinsalz, was für die Versiedung auf der Grube spricht. Beide Umstände, in Ziffern nicht wohl anzugeben, dürften von gleichem Gewichte sein.

Die Arbeiten bei der Herstellung von Kochsalz zerfallen im Wesentlichen in die Gewinnung der Soolen, die Anreicherung armer Soolen durch Gradiren und Versieden derselben auf Kochsalz.

I. Gewinnung von Soolen.

A. Gewinnung von Soolen aus natürlichen Salzquellen. Nur selten besitzen die zu Tage austretenden Salzquellen einen hinreichenden Salzgehalt, um ohne Weiteres zur Versiedung verwendet zu werden. Der Salzgehalt derselben wird meistens dadurch, daß bis zu einer gewissen Tiefe süße oder wilde Wasser zu dem Soolwasser dringen und sich damit vermischen, vermindert. Es wird deshalb erforderlich, um eine möglichst concentrirte Soole zu erhalten, mit einem Soolschacht so weit auf der Quelle niederzugehen, als das Zudringen wilder Wasser zu fürchten ist. Indem man dem Schachte eine doppelte Verzimmerung giebt, zwischen der eine Thonschicht aufgestampft wird, hält man die wilden Wasser fern. Wo Gelegenheit vorhanden ist, führt man die wilden Wasser wohl durch einen eigenen Stollen ab oder leitet sie im Schacht in einen besonderen Sumpf, aus welchem sie zu Tage gefördert werden. Mittelst Pumpen, deren Saugröhren bis zur Schachtsohle hinabreichen, werden die Soolen in die Höhe geschafft.

Dieses Verfahren der Soolengewinnung ist mit großen Kosten verbunden und das Abdämmen wilder Wasser auf die angegebene Weise für die Dauer eine sehr vergebliche Bemühung. Es ist deshalb diese Methode meist derjenigen gewichen, bei welcher man mit einem Bohrloche auf das Steinsalzlager niedergeht und dann aus demselben eine gesättigtere Soole aus einer solchen Tiefe in die Höhe pumpt, wo sie durch wilde Wasser noch weniger verdünnt ist. Auch hat man wohl zur Erlangung reicherer Soolen in der Sohle des Salzbrunnens Bohrlöcher niedergestoßen.

So verarbeitete z. B. die Saline Liebenhalle zu Salzgitter im Hannoverschen bis zum Jahre 1851 Soole aus einer Salzquelle, welche in einem 50 Fuß tiefen Soolschacht gefaßt war und durch eine Roßkunst 43 Fuß hoch gehoben wurde. Dieselbe hatte bei 1,060 bis 1,070 spec. Gew. 8,3 bis 9,7 Proc. Kochsalz oder enthielt im rheinländischen Cubikfuß 6,1 bis 7,14 Pfd. Salz. Zur Zeit pumpt man aus einem niedergebrachten Bohrloche Soole aus einer Tiefe von etwa 694 Fuß, welche fast ganz gesättigt ist.

Die Saline Artern benutzte bis zum Jahre 1838 eine Salzquelle zur Kochsalzbereitung; seitdem entnimmt sie ihren Soolenbedarf aus Bohrlöchern. Es ließen sich viele Beispiele der Art anführen.

Zur Auffindung von Salzquellen geben zuweilen die Salzpflanzen Veranlassung, wie Artemisia maritima, Salicornia herbacea, Uredo salicorniae,

Alsine marina, Aster tripolium, Atriplex hastata, Cochlearia officinalis, Plantago maritima, Chenopodium glaucum, Glaux maritima, Salsola kali, Triglochia maritimum, Scirpus maritimus u. a.

B. **Gewinnung von Soolen durch Auflösen von bergmännisch gewonnenem Steinsalze in der Grube oder über Tage.** Diesem Verfahren wird gewöhnlich unreineres, mit Thon oder Gips vermengtes Steinsalz und bei der Salzscheidung erfolgter Abfall unterworfen, während die Gewinnung des reinen Steinsalzes meist Hauptzweck ist. Bei ärmerem Salzgebirge ist dieses Verfahren weniger vortheilhaft und theurer als eine Auslaugung auf der Lagerstätte (durch Sinkwerke, Bohrlöcher rc.), lohnt aber zuweilen auch bei reichem Gebirge nicht wegen höherer Gewinnungs- und Förderkosten des Steinsalzes gegen Bohrlochsoole (Schönebeck, S. 71). Manche anhydrithaltige Steinsalzablagerungen, z. B. die von Bex in Tirol, sind so fest, daß sie vom Wasser nur schwer zum Zerfallen gebracht werden. Man gewinnt das Salz deshalb durch Bergbau und laugt es nach vorheriger Zerkleinerung in der Grube aus.

Um eine für die Auflösungstemperatur möglichst gesättigte Soole durch ein systematisches Betriebsverfahren zu erhalten, hat Behne (l. c. S. 100) einen geeigneten Apparat in Vorschlag gebracht.

Die Bildung einer Soole durch Sinkwerke, durch Einleiten von süßen Wassern in ausgehauene Räume, ist weniger vortheilhaft, wenn das Steinsalz in größeren Partien so rein vorkommt, daß dasselbe bergmännisch gewonnen werden kann. Bei Anlegung von Sinkwerken geht die Auflösung in diesem Falle unregelmäßig von Statten, indem das Wasser vorzüglich in den mit Thon ausgefüllten Klüften sich Bahn bricht und das feste Steinsalz stehen läßt. Anders ist es mit den österreichischen Sinkwerken, welche in mit Salz imprägnirtem Salzthon vorgerichtet werden (S. 72).

1) Auf dem Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall (S. 28) wird unreines Grubenklein, welches etwa $1/5$ der gewonnenen Masse beträgt, sofort in der Grube aufgelöst, während die bei der Salzscheidung über Tage gewonnenen Abfälle zur Soolenbereitung über Tage verwendet werden.

Zur Auflösung in der Grube dienen zwei Behälter, der eine unmittelbar unter dem Schachte, der andere in Form eines griechischen Kreuzes im Liegenden einer Strecke in der Nähe des Schachtes ausgearbeitet und auf dem Boden und an den Seiten dicht mit ineinander gefugten Brettern bekleidet. In diesem Kasten befindet sich ein zweiter von 8 Fuß Tiefe, dessen Boden von dem des ersteren 7 Fuß und die Seitenwände 3 Fuß abstehen. Dieser kleinere Kasten, dessen Boden aus nicht dicht schließenden Latten gebildet ist und dessen Seitenwände durchbohrt sind, nimmt das aufzulösende Grubenklein auf und das Auflösungswasser tritt von unten und den Seiten hinzu.

Der unter dem Schachte befindliche Sumpf hat 32 Fuß Tiefe und 630 Quadratfuß Grundfläche. 7 Fuß über dessen Oberkante befindet sich eine Bretterbühne mit $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Fugen zur Aufnahme des Steinsalzes. Auf dieses fällt aus Tröpfelrinnen fortwährend süßes Wasser, welches beim Durchdringen der 7 Fuß hohen Steinsalzschicht eine Soole mit 25 Proc. Salzgehalt giebt. Diese tritt in den unteren Theil des Sumpfes und wird von hier mit einer Pumpe zu Tage geschafft. Man verwandelt täglich 210 Ctnr. Salz in letzterem Sumpfe in 25-procentige Soole und fährt mit dieser Arbeit 10 bis 12 Wochen lang ohne Unterbrechung fort, nach welcher Zeit der Sumpf vom Thon- und Gipsschlamm gereinigt werden muß.

Mittelst des Scheidekleins reichert man die aus der Grube gehobene Soole in einem über Tage befindlichen Auflösungssumpfe bis zu 20 Pfd. auf den Cubikfuß an. Die Soole wird dann in einer 36000 Fuß langen unterirdischen Röhrenfahrt der Saline Hall zugeführt. Der Röhrenstrang ist aus 15 Fuß langen und 3 Zoll weiten Holzröhren zusammengesetzt, indem man die eine Röhre in den mit einem heiß aufgetriebenen Ring versehenen etwas erweiterten Kopf der anderen steckt und sie fest einrammt. Weniger zweckmäßig ist die Verbindung durch eiserne Büchsen, wie bei den bayerischen Röhrenfahrten. An die Stelle der hölzernen Röhren sind zum Theil eiserne von 9 Fuß 6 Zoll Länge getreten, welche mit Muffen ineinandergesteckt und auf die Weise gedichtet werden, daß der Zwischenraum in der Muffe der Höhe nach halb mit Werg und die andere Hälfte mit Blei angefüllt wird, welches letztere man nicht im geschmolzenen Zustande hineingießt, sondern zur Erlangung einer größeren Dichtigkeit kalt hineintreibt.

Die Soole, deren Analyse S. 11 mitgetheilt worden, wird unterwegs zweimal in Bassins abgelassen und cubicirt, um Beschädigungen sofort zu entdecken; dann gelangt sie auf der Saline in ein Bassin, aus welchem dieselbe durch ein unterschlächtiges Wasserrad in sieben über einander stehende Kästen gehoben wird. Aus diesen fließt sie durch hölzerne und eiserne Röhren in die Pfannen. 1 Ctnr. Salz giebt beim Auflösen 7 Cubikfuß 20-pfündige Soole und es kostet deren Bereitung und Leitung pro 100 Cubikfuß 3 Sgr. 3 Pf. Man löst jährlich an 75000 Ctnr. Salz auf und erhält davon 525000 Cubikfuß 20- bis 20,5-pfündige Soole.

Ein Sinkwerksbetrieb hat sich aus oben angeführten Gründen nicht bewährt, die Auflösung war unvollständig und mangelhaft. Derselbe ist deshalb wieder aufgegeben, zumal man bei der bergmännischen Gewinnung des für den Verkauf bestimmten Steinsalzes eine hinreichende Menge von unreinem Salz erhält, um durch Auflösen den Soolbedarf der Saline Hall zu decken.

Dahlmann hat das specifische Gewicht s und den Procentgehalt p von wäßrigen Lösungen des sehr reinen Wilhelmsglücker Steinsalzes wie folgt gefunden:

p.............	26,43	25	20	15	10	5
s.......... ...	1,204	1,192	1,154	1,112	1,074	1,037

2) Zu Dieuze*) löste man Steinsalz in 1,25 Meter langen, 1 Meter breiten und 0,75 Meter tiefen, in der Sohle der Schachthängebank angebrachten Kästen auf, welche so mit einander communiciren, daß das Wasser mittelst einer heberartigen Vorrichtung von einem Kasten immer noch in zwei andere läuft. Die vollkommen gesättigte Soole gelangte in Sammelkästen, jeder von 1200 Cubikmeter Inhalt. Zur Auflösung des Steinsalzes diente 16-grädige Soole aus der Dieuzer Salzquelle, welche aus einem 30 Fuß tiefen Soolschachte 60 Fuß hoch bis auf die Auslaugekästen gedrückt wurde. Die Steinsalzwerke zu Dieuze wurden 1864 durch eine Ueberschwemmung zerstört und in einen Salzsee verwandelt, dessen Wasser man zur Darstellung von Kochsalz und Soda benutzt.

3) In England, z. B. in und bei Liverpool, löst man Steinsalz in mit Thon ausgeschlagenen und mit Ziegelsteinen ausgefütterten Behältern in Meerwasser auf, oder man sättigt aus Salzquellen in große Sammelteiche geleitete Soolen auf die Weise mit Steinsalz, daß man dasselbe auf einem hölzernen Rahmen in der halben Höhe des Reservoirs in die Soole einbringt. In Cheshire würde die Auflösung des bergmännisch gewonnenen und zu Tage geförderten Steinsalzes die Concurrenz mit der auf natürlichem Wege gewonnenen Soole (S. 27) nicht bestehen können, da die Tonne Salz in ersterer auf $2\frac{1}{2}$ bis 3 Schill. kommen würde, während in natürlichen Soolen die Kosten weit weniger betragen.

4) In den Niederlanden wird, wie bereits angeführt (S. 52), englisches Steinsalz und Seesalz aus Portugal, Spanien und Frankreich mittelst Meerwassers aufgelöst und raffinirt. Man pumpt letzteres auf Lauggefäße, welche mit dem Salz ganz gefüllt sind, und versiedet die gesättigte Soole in runden Eisenblechpfannen. Soll feines Salz erzeugt werden, so erhält man die Soole im gelinden Kochen, bis sie fast ganz verdampft ist; zur Erzeugung von grobem Salz zum Einsalzen dampft man bei mäßiger Temperatur 3 bis 5 Tage ab. Das Salz wird in Körbe ausgeschlagen und die Mutterlauge noch mehrmals bei Bereitung des feinkörnigen Salzes, nicht des grobkörnigen, zugesetzt.

5) Zu Bex in der Schweiz wird salzführender Anhydrit bergmännisch gewonnen, mit Wasser ausgelaugt und die erfolgende Soole mit 15 bis 18 Proc. Salzgehalt versotten. Die schwächeren Soolen von der zweiten und dritten Auslaugung werden gradirt.

6) Zu Schönebeck hat man zeitweilig Staßfurter Steinsalz in Siede-

*) d'Arcet, Précis sur la mine de sel gemme de Vic, etc. Paris 1824.

soole in Kästen von 42 Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe aufgelöst. Während 1 Ctnr. Salz auf 2 Sgr. 10,18 Pf. kam, so betrugen die Kosten für Salz aus Bohrlochssoole 2 Sgr. 2,18 Pf. und es ist mit Ausdehnung der Bohrlochsanlagen die Steinsalzauflösung seit 1864 in Wegfall gekommen. Im Jahre 1863 ergaben 134969 Ctnr. Steinsalz mit 660 Ctnr. Siedesoole 12713444 Cubikfuß = 16,047-pfündig mit 204608 Ctnr. Salz (siehe die Berechnung von Bischof S. 64).

7) Zu Stetten (Hohenzollern) wird ein Theil des bei dasigem Bergbau gewonnenen Steinsalzes in einem 42 Fuß langen, 4,9 Fuß weiten und 4 Fuß hohen Kasten aufgelöst. Im Jahre 1858 erfolgte 1 Cubikfuß 25-procentige Soole aus 17,687 Pfd. Steinsalz und lieferte 12,652 Pfd. Siedesalz, so daß also das Steinsalz beim Umsieden 71,53 Proc. Siedesalz ergab. 39,01 Ctnr. von letzterem erforderten 1 Klafter Holz, und auf 1 Ctnr. betrugen die Selbstkosten 6 Sgr. 1,5 Pf.

Das mit Steinsalz geförderte Gemenge von Gips und Salzthon (Hallerde) wird zur Düngung verwendet.

C. Gewinnung von Soolen durch Einleiten von süßen Wassern in durch bergmännische Arbeiten ausgehauene Räume, in welchen sich das Wasser mit Salz sättigt (Sinkwerke) *). Dieses Verfahren ist da anwendbar, wo das Steinsalz weniger in reinen Massen von solcher Mächtigkeit vorkommt, daß sich ein Abbau mit Häuergezäh lohnt, als sich im innigen Gemenge mit Thon, thonigem Mergel und Gips findet, wie in dem sogenannten Haselgebirge des österreichischen Salzkammergutes (Hallstadt, Ischl), des steierschen Salzkammergutes (Aussee), des salzburgischen Salzkammergutes (Hallein am Dürenberge), der bayerischen Alpen (Berchtesgaden) und der tiroler Alpen (Hall). Das Kochsalz ist in krystallinischen Massen (Kern, Kernsalz) unter Thon und Gips vertheilt, und nur selten werden reinere Salzpartien angetroffen. Die Salzstöcke, von der oberen und unteren Gruppe des Alpenkalks eingeschlossen, sind in ihrem inneren Bau sehr ähnlich. Der Hülle des sie umgebenden Kalks folgt das sogenannte Lebergebirge, ein meist rothbrauner, ins Graue und Schwarze übergehender, dünn- und krummblättriger Schieferthon, welcher durch Aufnahme von Gips in Thongips übergeht und in sehr abwechselnder Mächtigkeit die Hülle des Salzgebirges bildet. Thon, Gips und Stein-

---

*) Sinkwerke in Berchtesgaden in Preuß. Ztschr. Bd. 4, Lief. 1; v. Miller, Süddeutsche Salzbergbaue; Oesterr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1856, S. 121; 1863, Nr. 20; 1867, Nr. 8; 1868, Nr. 3; v. Hauer in Oesterr. Ztschr. 1864, S. 270; v. Schwind, Raumverhältnisse bei Verwässerung des Haselgebirges in Oesterr. Ztschr. 1866, Nr. 25; Bolley, Chem. Technologie, Bd. II., 1. Gruppe, S. 80; Ann. d. min., 4. livr. de 1862.

salz sind vorherrschend roth, dem Braunen und Gelben sich nähernd, nur am Dürenberge bei Hallein sind graue Farben vorwaltend. Am reichsten an Steinsalz ist der Salzberg von Berchtesgaden von ungefähr 800 Lachter Erstreckung von Norden nach Süden, noch etwas mehr von Osten nach Westen und von 150 Lachter größter Mächtigkeit. Dann folgt an Salzreichthum der Ausseer, dann der Hallstädter, der Ischler, der Halleiner und zuletzt der Haller Berg.

Die Figuren 13 bis 17 stellen einige dieser Salzlager dar. Fig. 13 Längenprofil des Lagers bei Hallein von Ost nach West; Fig. 14 Querprofil nach *ab* von Nord in Süd. — Fig. 15 Salzlager von Ischl, Durchschnitt von Ost in West; Fig. 16 dasselbe von Nord in Süd. — Fig. 17 Längenprofil des Salzlagers von Hall von Ost-Süd-Ost in West-Nord-West. *a* Gerölle; *b* Kalk; *c* tauber Thon; *d* Gips und Anhydrit; *e* Salzgebirge.

Fig. 13.

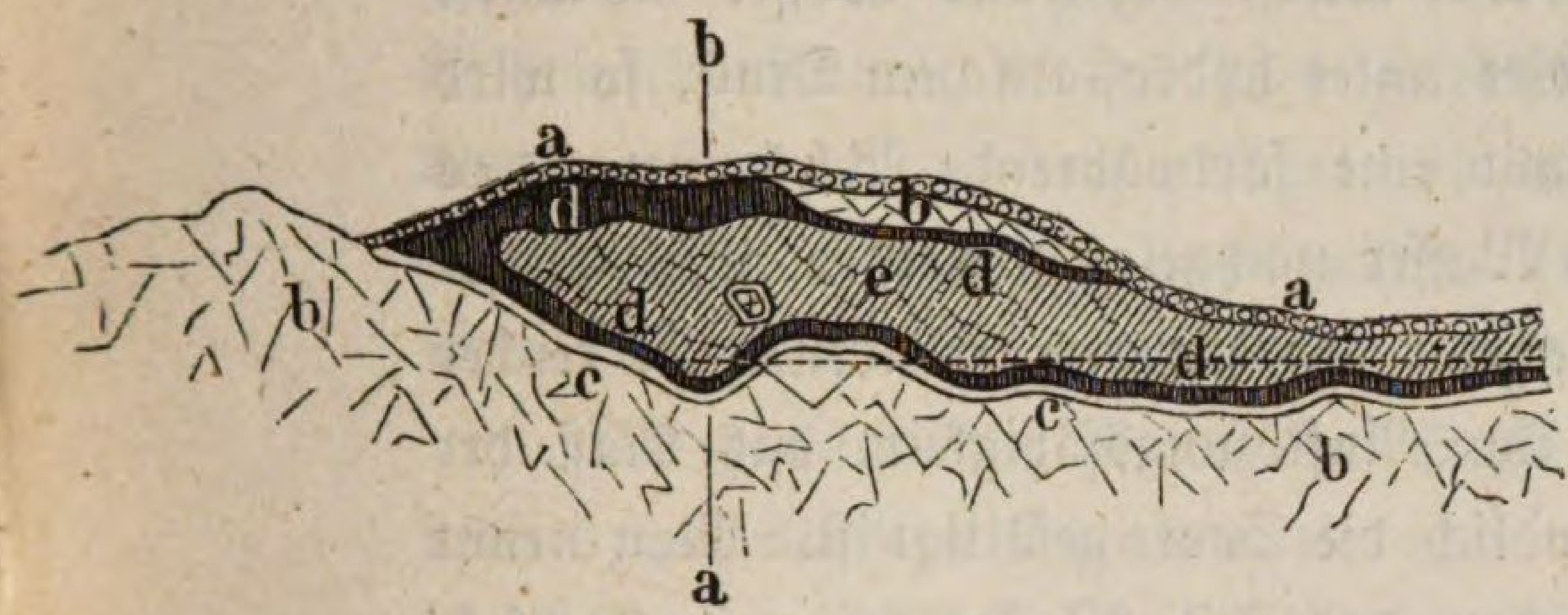


Fig. 14.

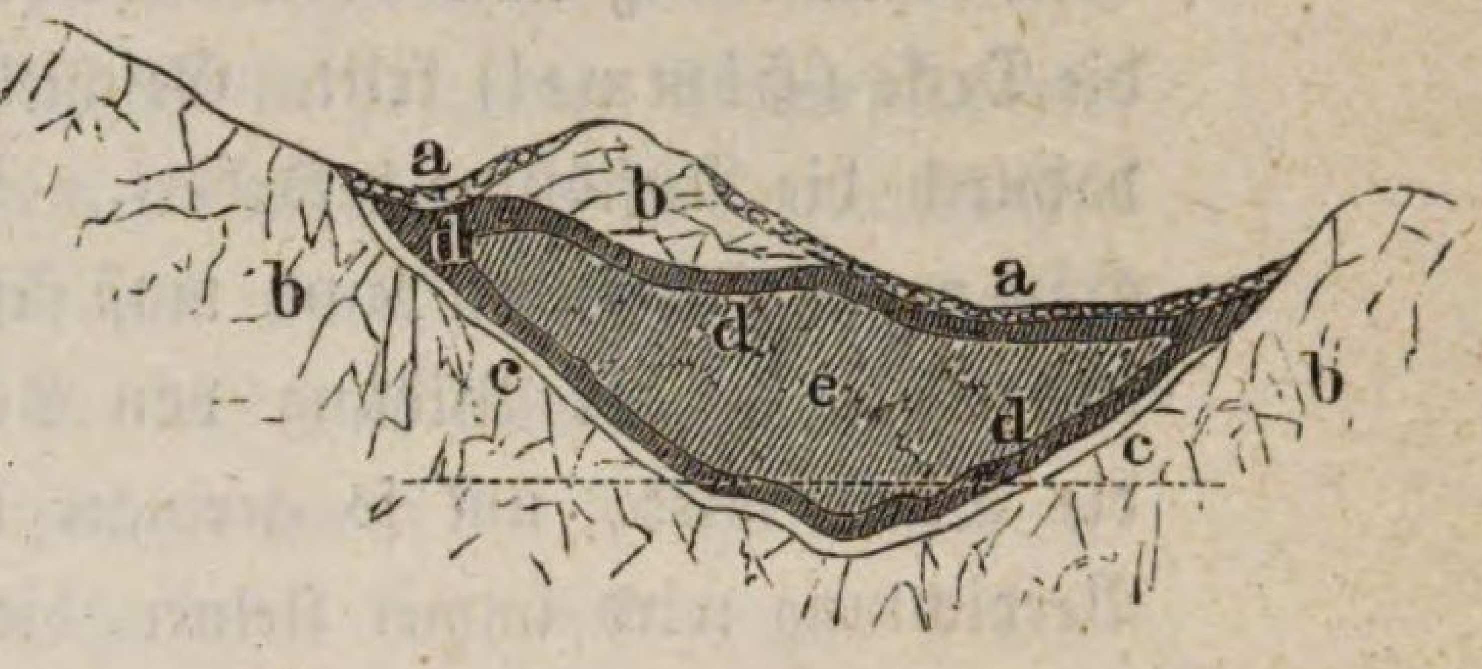


Fig. 15.

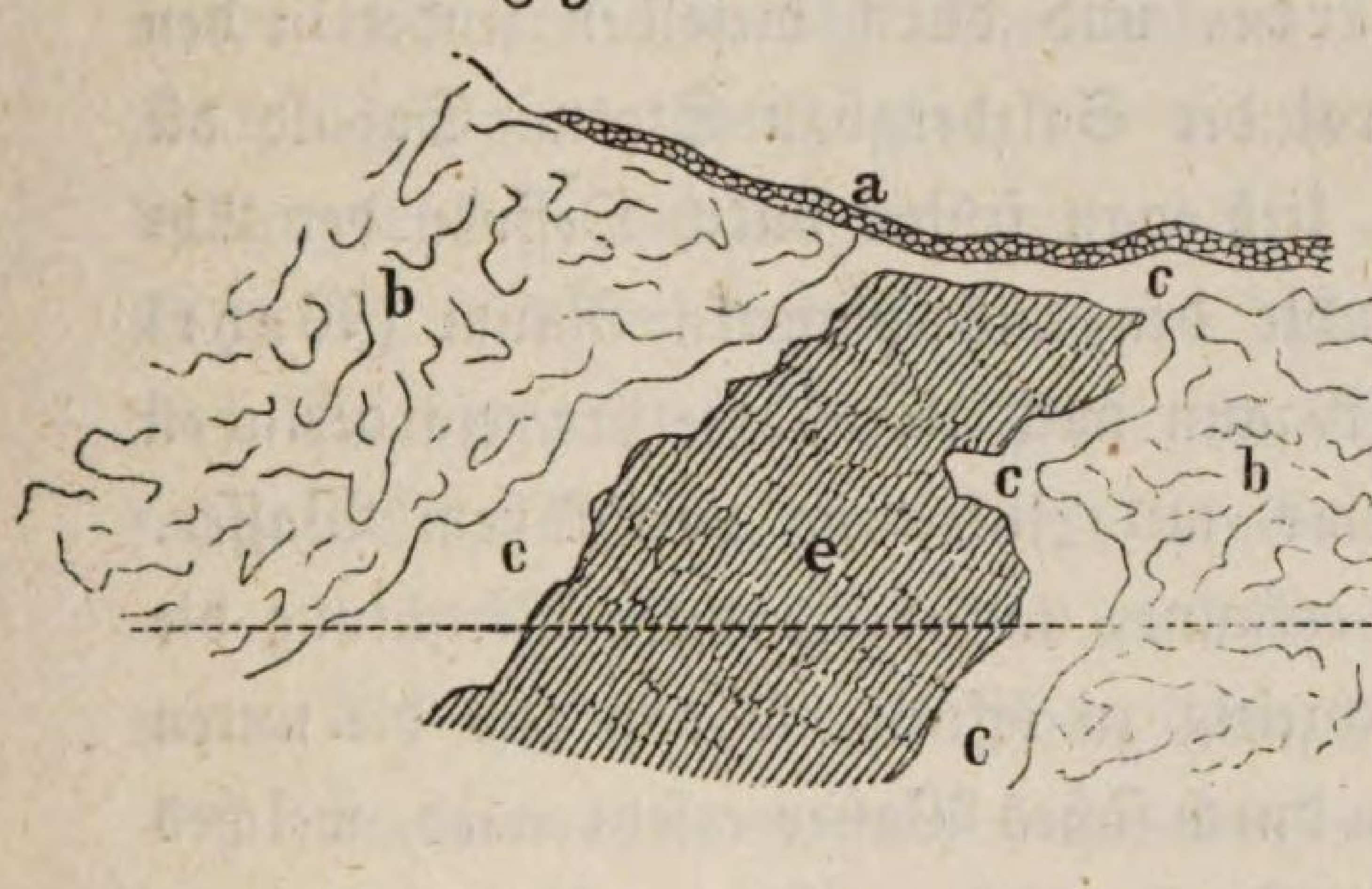


Fig. 16.

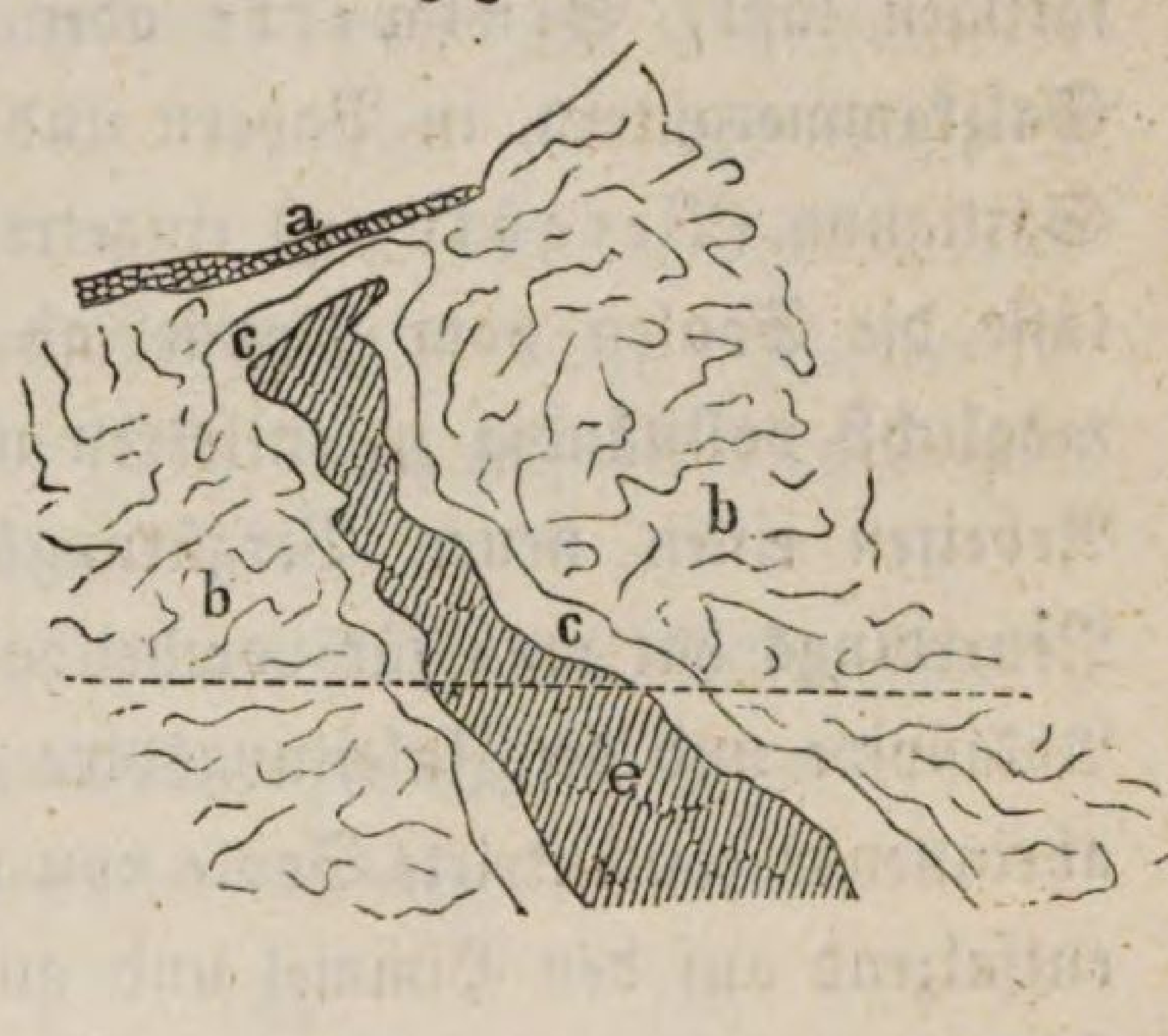
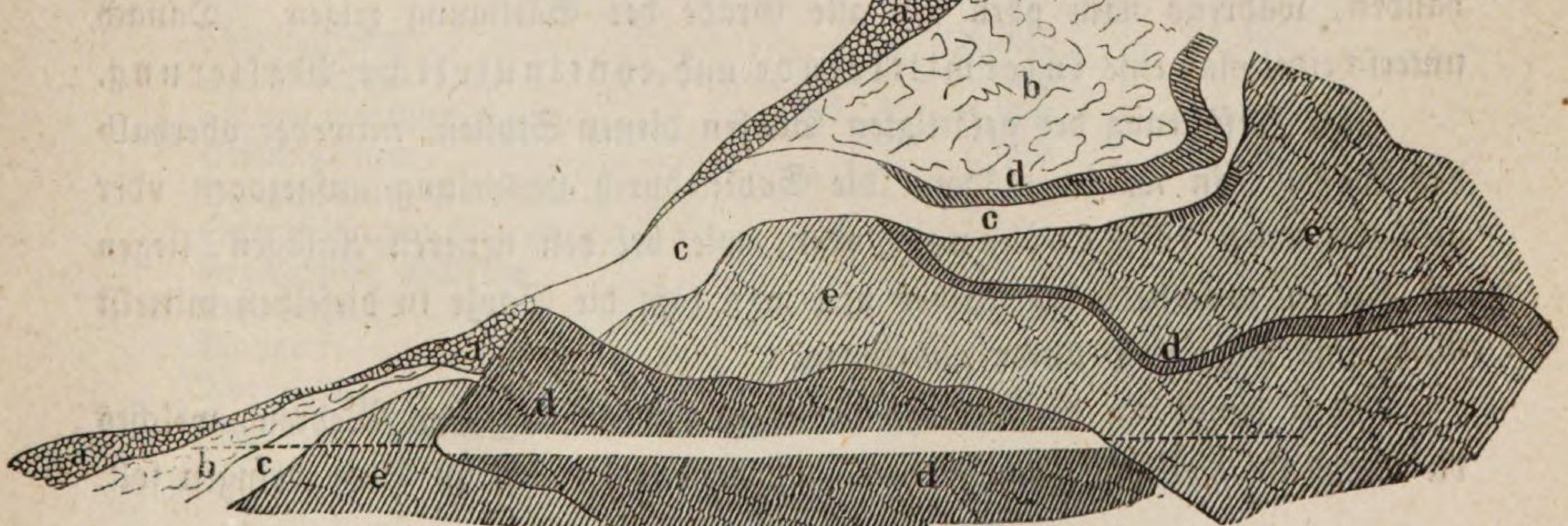


Fig. 17.



Der Dürenberg bei Hallein hat 271 Klafter Tiefe, 1496 Klafter Länge und 680 Klafter Breite; der Hallstädter Berg, seit dem 14. Jahrhundert eröffnet, resp. 150, 1055 und 450 Klafter; der Ischler Berg, seit 1563 im Betriebe, resp. 205, 450 und 100 Klafter.

Tritt süßes Wasser ungezwungen in das Haselgebirge, so wird dasselbe davon durchwühlt unter Zerstörung ganzer Grubengebäude, das Wasser gräbt sich, Kochsalz auflösend, in die Tiefe, verursacht Verheerungen im Innern und Einsenkungen und Niederbrüche über Tage. Leitet man dagegen süßes Wasser in gehörigen Schranken allmälig von unten in künstliche im Salzkörper zubereitete Räume, dann wird das Steinsalz aufgelöst, das Taube (Laist), Thon und Gips fallen zu Boden, geben mit gesättigter Soole imprägnirt eine dichte Sohle und verhüten die Wirkung des Wassers nach unten, wogegen die auflösende Wirkung nach oben nicht beschränkt wird, wenn das Wasser bis unter die Decke (Himmel) tritt. Geschieht dies unter hydrostatischem Druck, so wird dadurch die Auflösung befördert. Damit eine fortwährende Abätzung des Himmels stattfinden kann, muß süßes Wasser nachgelassen werden, weil Wasser und Salz bei der Bildung von Soole eine Verdichtung erleiden. Je reicher die Soole wird, um so geringer ist ihre Auflösungsfähigkeit, das Maß der Verdichtung wird immer kleiner, bis endlich die Soole gesättigt ist. Man nennt nun die offenen Räume, in welchen man das süße Wasser sich mit Kochsalz sättigen läßt, Sinkwerke oder Werke, und durch dieselben findet in den Salzkammergütern, in Bayern und Tirol der Salzbergbau Statt. Sobald die Sättigung (Vergütung) eingetreten, ließ man früher durch Oeffnen der Abläße die Soolen vom Himmel ab, suchte den ausgehauenen Raum (Wehr) möglichst vollständig zu entleeren und begann nach Vornahme der erforderlichen Arbeiten einen neuen Vergütungsturnus mit Zuleitung von süßem Wasser. Neuerdings hat man für vortheilhafter erkannt, nach vollendeter Vergütung die Ablaßpipe und die Zuleitungspipe gleichzeitig zu öffnen, so daß also die unten abrinnende concentrirte Soole von oben durch süßes Wasser ersetzt wird, welches entsalzend auf den Himmel und auf die Soole wirkt, ersteren abätzend und in letztere eindringend. Nach unten ist dann immer gut gesättigte Soole vorhanden, während nach oben sich alle Grade der Sättigung zeigen. Danach unterscheidet man eine intermittirende und continuirliche Wässerung.

Zur Abführung der gesättigten Soolen dienen Stollen, entweder oberhalb des Wehres, in welche alsdann die Soole durch Haspelung aufgezogen oder geschöpft wird (Schöpfbaue), oder, wie bei den neueren Anlagen, liegen die Stollen unterhalb des Wehrs und man läßt die Soole in dieselben mittelst Rohr und Pipe nach unten ausrinnen.

Man nennt ein System von in einem Niveau liegenden Wehren, welches die Bergdicke zwischen zwei vertical abstehenden Stollen zu Gute bringen soll,

eine Etage, und es liegen deren mehrere, jede mit ihrem Anwässerungsstollen, unter einander.

Die Arbeiten, welche beim Bergbau auf Salzthon vorkommen, zerfallen nach Vorstehendem in zwei Abtheilungen. Die eine umfaßt, wie bei jedem anderen Bergbau, die Herstellung von Zutrittsräumen (Schächten, Strecken, Stollen 2c.) zu dem Salzlager und deren Instanderhaltung (durch Zimmerung, Mauerung u. dgl.), die Herstellung der Wetter- und Wassercirculation, Verdämmungs- und Verschlagsarbeiten, Herstellung von größeren Räumen (Wehre, Wehrräume) zum Angriff des Wassers behuf der Soolenbildung u. dgl. m. Zur zweiten Abtheilung gehören die ganz eigenthümlichen Arbeiten, mittelst welcher das Haselgebirge erst zu Gute gemacht wird, die Auslaugung des Salzes durch Einführung von süßen Wassern in die Wehrräume und die Ableitung der gewonnenen Soole durch gußeiserne oder hölzerne Röhren. Durch natürlichen Fall wird alsdann die zu Tage geförderte Soole in hölzernen Röhrenfahrten den betreffenden Salinen zugeführt und nachdem sie cubicirt, in hölzernen Reservoirs in den Soolstuben aufbewahrt. Man hält die Soole für siedewürdig, wenn sie in den Sinkwerken bei + 12,5° C. 16° hält oder $26^3/_4$-löthig ist.

Die gewonnenen gesättigten Soolen bewahrt man im Berge in älteren, bereits ausgelaugten Kammern ein oder mehrere Jahre auf, bis sie zur Versiedung kommen. Während dieser Ruhe klären sie sich nicht bloß ab, sondern erleiden auch eine chemische Umwandlung, welche nicht immer zur Erhöhung des Kochsalzgehaltes, wohl aber der fremden Salze beiträgt. In den hölzernen Leitungsröhren, welche nur zur Hälfte gefüllt sind, setzt sich am Boden meist Gips ab, während an dem oberen Theil der Wandungen Salze effloresciren. Den Soolenverlust zwischen Ischl und Ebensee schätzt man auf 12 Proc. Die continuirliche Bewässerung liefert reinere Soolen.

Nach Kussin enthält die im Dürenberg erzeugte Soole der Saline Hallein mit 1,200 (a) und 1,2035 spec. Gew. (b) nachstehende Bestandtheile:

	(a)	(b)
Chlornatrium	24,521	24,920
Chlorkalium	0,092	0,174
Chlormagnesium	1,992	1,400
Bromnatrium	0,009	0,004
Schwefelsaure Kalkerde	1,721	1,320
Schwefelsaures Natron	0,092	0,203
Kohlensaure Kalkerde	Spur	0,604
Kieselerde	0,009	0,082
Mangan	Spur	Spur
Thonerde	Spur	Spur
Organische Substanz	Spur	Spur
	28,436	28,707

Weitere Analysen solcher Soolen werden später mitgetheilt.

Es erzeugen jährlich: Hall 1300000 Cubikfuß Soole und einige hundert Ctnr. Steinsalz; Berchtesgaden 2000000, Hallein 1700000, Ischl 1600000, Hallstadt 4300000 und Aussee 1600000 Cubikfuß Soole auf die angegebene Weise. Berchtesgaden versorgt die Salinen von Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein und Rosenheim mit Siedesoole. Die Berchtesgadener Soolenleitung läuft einige zwanzig Stunden über das Alpengebirge hinweg.

Bei den großen Mängeln der Werksverwässerung hat man statt derselben die bergmännische Gewinnung des Salzes und das Auflösen desselben in der Grube in Aussicht genommen (Oesterr. Zeitschr. 1868, Nr. 4).

D. Gewinnung von Soole aus Soolschächten oder Soolbrunnen.

Dieses in früherer Zeit häufig angewendete Verfahren besteht darin, daß man mit einem Brunnen oder Schacht, den man nöthigenfalls in wasserdichte Zimmerung oder Mauerung setzt, im Steinsalzgebirge niedergeht, bis man auf eine Soolquelle trifft, welche im Schachte in die Höhe steigt und von selbst ausfließt (Teuditz, Kötschau) oder durch Pumpen herausgeschafft wird. Den Stand der Soole im Brunnen erkennt man durch Schwimmer. Zuweilen hat man einen eigenen Schacht, um die wilden Wasser zu fördern (Saline Sooden). So besitzt z. B. die Saline Staßfurt zwei Soolbrunnen von 171½ und 163 Fuß Tiefe, Dürrenberg*) einen solchen von 712 Fuß (Bohrlochsschacht), Schönebeck einen solchen (Nr. 3) von 236 Fuß Tiefe, in welchem durch in dessen Sohle 28½ bis 36 Fuß tief niedergebrachte sieben Bohrlöcher die Soole in die Höhe steigt. — Zu Sóóvár bei Eperies hebt man die Soole mittelst Göpels und sogenannter Pilgen, das sind aus Ochsenhäuten zusammengenähte Säcke von fünf Eimer Inhalt.

Dieses Verfahren ist wegen seiner Kostspieligkeit dem nachstehenden, der Erbohrung von Salzsoolen, sehr gewichen, und wo solche Soolbrunnen von früherer Zeit her vorhanden sind, hat man meist, z. B. auch auf den oben genannten Salinen, sich durch Bohrlöcher eine reichere Soole verschafft, welche der Gradirung nicht bedarf. Maßgebend dafür, ob man mit einem Schachte oder mit Bohrlöchern bis zur Quelle niedergehen soll, sind die geognostischen Verhältnisse der Umgebung, sowie die Höhe, bis zu welcher die Soole aufsteigen kann. Ein Soolschacht empfiehlt sich, wenn nahezu gesättigte Soolen sich in geringer Tiefe unter geschlossenem Gebirge befinden, und bringt man denselben alsdann mit wasserdichter Mauerung oder Verzimmerung nieder. Die Soolpumpen lassen sich dann bequem anlegen und leicht im Stande erhalten; müssen die erlangten Soolen gradirt werden, so nimmt man bei Anlage der Schacht-

*) Bischof, Das Salzwerk Dürrenberg, Berlin 1829.

pumpen gleich auf die zweckmäßigste Hebung der Soolen nach den Gradirhäusern Rücksicht.

Das meiste Kochsalz in der Grafschaft Chester*) wird zur Zeit noch aus der Soole von Soolbrunnen gewonnen, nur der kleinere Theil aus Steinsalz (S. 27). Man teuft je nach der Oertlichkeit 4 bis 5 Fuß weite Schächte von 100 bis 200 Yards à 3 Fuß Tiefe ab, welche sich von selbst mit Soole (Brine) füllen, so daß man vom Tage aus den Soolspiegel sehen kann. Durch eine Dampfmaschine wird die Soole in einen auf dem Gipfel eines kleinen Hügels vorhandenen ausgemauerten Sammelteich gepumpt und sie gelangt von hier durch freien Fall in die Salzkoten. Sollen die Salinen um Windsford mit Soole versehen werden, so läßt man die Pumpen Tag und Nacht gehen, wobei der Soolspiegel etwa um 4 bis 5 Yards sinkt. In den 4 bis 6 Wochen dauernden Stillstandsperioden ergänzt sich aber der Stand und die Grädigkeit der Soole wieder. Dieselbe ist etwa 15-löthig. — Der Gutjahrbrunnen zu Halle, 29,34 Meter tief, giebt pro Minute 0,108 Cubikmeter Soole mit nahe 18,75 Proc. Salz. Lüneburg hat zwei Schächte im Betrieb, von denen der eine 20,5 Meter tief; gesammter Soolzufluß pro Min. 0,838 Cubikmeter mit 239 Kilometer Salz. Artern hat einen 286½ Meter tiefen Soolschacht; die Soole hält 25,2 Proc. Die Tiefe der Schächte beträgt in Schönebeck 74,2 Meter, in Dürrenberg 227 Meter.

E. **Gewinnung von Soole aus Bohrlöchern.** Dieses Verfahren kommt besonders in Anwendung, wenn reichhaltige Soolen erst in großer Tiefe anzutreffen und starke Wasserzuflüsse über denselben zu fürchten sind, in welchem Falle ein Bohrloch leichter und mit geringerem Kostenaufwande niederzubringen ist als ein Soolschacht. Wie bereits bemerkt, haben viele Salinen die Gewinnung armer Soolen aus einem Schacht bei nothwendiger Gradirung mit Bohrlochsbetrieb vertauscht, welcher gesättigte und keiner Gradirung bedürftige Soolen liefert. Man geht anfangs mit einem kleinen Schachte, dann mit einem Bohrloche *A* (Fig. 18) im Steinsalzgebirge nieder, bis man entweder auf eine natürliche salzreiche Soole stößt, welche, durch auflagernde Gebirgsschichten unter Spannung zurückgehalten, nunmehr im Bohrloche in die Höhe steigt, oder man bohrt ein Steinsalzlager an, leitet süße Tageswasser in dasselbe, wenn kein natürlicher Wasserzufluß durch die Gebirgsschichten stattfindet, und fördert diese nach hinreichender Sättigung mit Salz mittelst einer combinirten Saug- und Hebepumpe wieder zu Tage. Ein derartiges Niederbringen des Bohrloches ins Steinsalz selbst ist erforderlich, wenn man den Salzthon oder das Steinsalz

---

*) Lindig und Grund in Preuß. Ztschr. 6, 141; v. Hingenau in Oesterr. Ztschr. 1863, Nr. 17.

mit einem Bohrloche erreicht hat, aber gesättigte Soole noch nicht angetroffen wird, welche sich vorzugsweise beim Auskeilen der Lager an den seitlichen Grenzen des Salzgebirges bildet. Weniger, um dann in größerer Tiefe die Soole zu treffen, als Raum für die Zuführung von Tagewassern herzustellen, setzt man das Bohrloch noch eine Strecke im Steinsalz fort, damit sich in diesem Raume eine gesättigte Soole bilden kann. Am energischsten wirkt das Wasser dann an der Decke (Himmel) und in den von Thon und Gips verunreinigten Schichten des Lagers ein. Da die oberen Abtheilungen der Steinsalzlager meist am stärksten durch andere Salze verunreinigt sind, so sind auch die Soolen aus den hangenden Salzmassen mehr verunreinigt, als solche aus tieferen Steinsalzpartien. Behuf Anbringung der Pumpe*) versieht man das Bohrloch mit Röhren aus starkem Kupferblech von etwa 8 Fuß Länge, welche in Muffen an einander geschroben werden. Der untere Theil derselben (das Saugrohr) ist zum Eindringen der Soole seitwärts durchlöchert; das Ventilrohr *a* enthält das nach oben sich öffnende messingene Saugventil *b*, über demselben befindet sich das Stiefelrohr *c*, in welchem der kupferne Kolben *d* an einer eisernen oder hölzernen Kolbenstange *e* durch Menschen, Pferde (Roßkunst), Wasserräder, Dampfmaschinen, seltener durch Wassersäulenmaschinen bewegt wird. Die dunkleren Linien an Kolben und Ventilen bezeichnen die Lederliederung. Beim Anholen des Kolbens öffnet sich das Ventil *b* über der Saugröhre, es dringt in derselben Soole in die Höhe und tritt über's Ventil in den Pumpenstiefel *c*. Beim Niedergang des Kolbens schließt sich das in Rede stehende Ventil und die Soole tritt durch den bei *g* durchbohrten Kolben über dessen Ventile *h*, wird beim Wiederaufgang desselben im Steigrohr und den Aufsatzröhren *k* in die Höhe gehoben und an dessen Mündung zum Ausguß gebracht. Die Soole fließt aus dem Ausgußbecken entweder vermöge des freien Falles in bei den Siedehäusern vorhandene Reservoirs, oder sie wird durch Druckwerke in höher liegende Behälter geschafft. Das Ventil *b* ist mit einer Schraube *m* zum Aufholen versehen.

Fig. 18.



Bei einem Durchmesser des verrohrten Bohrloches von 5½ Zoll kann man den Saugröhren 2 Zoll, der Kolbenröhre 4 Zoll und den Aufsatzröhren

*) Claus, Verbesserte Soolpumpe in Dingler's Journ. 187, 32.

4⅛ Zoll Durchmesser geben. Die Hubhöhe beträgt etwa 36 bis 38 Zoll; bei weiteren Bohrlöchern ändern sich diese Maßen und der Kolbenhub wird größer genommen.

Es ist vortheilhaft, den Pumpenkolben möglichst tief und zwar dahin zu legen, wo im Bohrloche schon gesättigte Soole steht. Man ist dann sicherer, eine mit dem Steinsalz in Berührung gewesene gesättigte Soole zu erhalten, weil jede Undichtheit der Saugröhre, wenn sie in nicht gesättigter Soole steht, ein Eindringen dieser Soole in die Saugröhre beim Anholen des Kolbens veranlaßt. Auch erhält man bei tief liegendem Kolben einen großen Ueberdruck der Soole im Aufsteigen bei der Heraufbewegung des Kolbens und damit eine größere Geschwindigkeit der in der Saugröhre und unter dem Kolben befindlichen Soole zur Ueberwindung der in den engen Röhren nicht unbedeutenden hydraulischen Hindernisse. In Folge einer bedeutenden Gipsabscheidung, besonders bei zeitweiligem Ruhestand, kann sich das Ventil verstopfen. Eine solche Abscheidung tritt ein, wenn nur wenig Chlormagnesium und Chlorcalcium, aber viel gipshaltende Soole der oberen Schichten sich im Bohrloche mit an Kochsalz und den genannten Chlormetallen reicher Soole der unteren Schichten mischt (Berg- und Hüttenm. Ztg. 1867, S. 239).

Die zur Auflösung des Steinsalzes auf seiner Lagerstätte bestimmten süßen Wasser fallen zwischen der Außenwand der Pumpenröhren und der Innenwand des Bohrloches ein, sättigen sich und treten in den Pumpenröhren so weit in die Höhe, bis die äußere ringförmige Wassersäule der inneren das Gleichgewicht hält. Da letztere als mehr gesättigte Soole ein größeres specifisches Gewicht hat als erstere, so befindet sich das Niveau der Soole in den Pumpenröhren unter dem des Wassers außerhalb der Röhren, und zwar verhalten sich die Flüssigkeitshöhen im Zustande der Ruhe umgekehrt wie die specifischen Gewichte.

Auf der Saline Juliushalle im Hannoverschen reicht die ganze Pumpenröhre bis 800 Fuß 4 Zoll im Bohrloch hinab, während der Kolben zwischen 691 Fuß 4 Zoll und 697 Fuß 6½ Zoll spielt und durch ein hölzernes Gestänge bis 15 Zoll Hubhöhe ein- oder zweimännisch bewegt wird. Man erhält pro Secunde resp. 28 und 52 Cubikfuß Soole von 1,207 spec. Gew.

Tiefe einiger Bohrlöcher in Metern: Mondorf 700, Neusalzwerk 695,9, Schöningen 517,35, Sülbeck 393,21, Stotternheim 334,60, Salzbronn 238,50, Liebenhalle bei Salzgitter 200,82, Buffleben 200,10, Rappenau 220,50, Sulz am Neckar 205,28, Hamersheim 194,31, Dürrheim 179,2, Schwenningen 172,56, Friedrichshall 146, Clemenshall 148, Wimpfen 134,86 Meter.

Der Bohrlochsbetrieb hat dem Sinkwerksbetrieb gegenüber einige Nachtheile; man kann, was aber bei reineren Salzlagern von minderer Bedeutung ist, die Punkte weniger begrenzen, wo das Wasser wirken soll; die Rückstände vom aufgelösten Salz können eine schützende Decke bilden, welche das weitere

Einwirken des Wassers verhindert und das Eingehen des oft sehr kostspielig hergestellten Bohrloches veranlassen kann; man erhält weniger gesättigte Soole (nicht über 26-procentige), als bei Sinkwerken (bis 28-procentige), und dadurch, daß man die Bohrlöcher immer in größeren Entfernungen von einander anbringt, geht ein bedeutender Theil der Salzablagerungen, welcher vom Wasser nicht getroffen wird, verloren. Durch Unterwaschungen können Decke und Wände einstürzen und die Pumpen unbrauchbar werden, selbst gefährliche Tagebrüche entstehen.

Sinkwerke liegen da am besten, wo sich die salzführenden Schichten über einer Thalsohle befinden und dann die Soole ohne Weiteres durch freien Lauf den Siedereien zugeführt werden kann. Liegt das Salzgebirge unter der Thalsohle, so wird der Betrieb wegen erforderlicher Pumpvorrichtungen vertheuert.

II. Leitung, Aufbewahrung, Messung und Bestimmung des Gehaltes der Soolen.

A. **Soolenleitungen.** Die Soolen werden aus den Sinkwerken, Bohrlöchern, Brunnen ꝛc. durch gußeiserne oder hölzerne Soolenleitungen (Röhrenfahrten) in Reservoirs geleitet, um aus denselben zur Gradirung oder in die Siedehäuser geschafft zu werden. Die Auswahl des Materials zu den Röhren richtet sich hauptsächlich nach dessen Preis. Die Holzröhren zeigen, durch die eindringende Kochsalzlösung vor Fäulniß geschützt, eine den gußeisernen mindestens gleiche Dauer. Man legt die 6 bis 8 Meter langen und etwa 0,1 Meter weiten Röhren, am besten aus Nadelhölzern, einige Fuß, hinreichend geschützt, unter die Erde und verbindet die einzelnen Röhrenstücke auf verschiedene Art. Entweder wird das eine zugespitzte Ende einer Röhre in das andere erweiterte, mit einem vorn aufgetriebenen Eisenring versehene Ende der anderen Röhre eingetrieben und durch Holzkeile oder einen Kitt noch mehr befestigt (Fig. 19), oder man bewirkt die Verbindung durch eingetriebene bleierne oder eiserne Büchsen. Da die Holzröhren nicht über einen gewissen Durchmesser haben können, so bedarf es, um größere Soolquanta zu fördern, doppelter Leitungen. Diese sind bei gußeisernen Röhren nicht erforderlich, welchen man Weiten von jeder Dimension und für jeden Druck geben kann. Dieselben gestatten eine einfachere Legung, eine leichtere und sicherere Dichtung und bei Richtungsveränderungen der Leitung sanftere, den Reibungswiderstand vermindernde Krümmungen. Die einzelnen Röhren werden entweder durch verschrobene Flanschen verbunden, zwischen welche man eine geölte, mit weichem Mennigebrei bestrichene Pappscheibe legt, oder durch Muffen (Fig. 20), welche man bis zur Hälfte der Länge mit getheertem Werg oder Hanfgarn

kalfatert, den vorderen frei gebliebenen Theil mit Hülfe eines Lehmwulstes mit Blei vergießt und mit einem Stemmzeug die erforderliche Dichtung vornimmt. Läßt sich den Röhrenleitungen ein stetiges Ansteigen nach einer Richtung hin

Fig. 19.

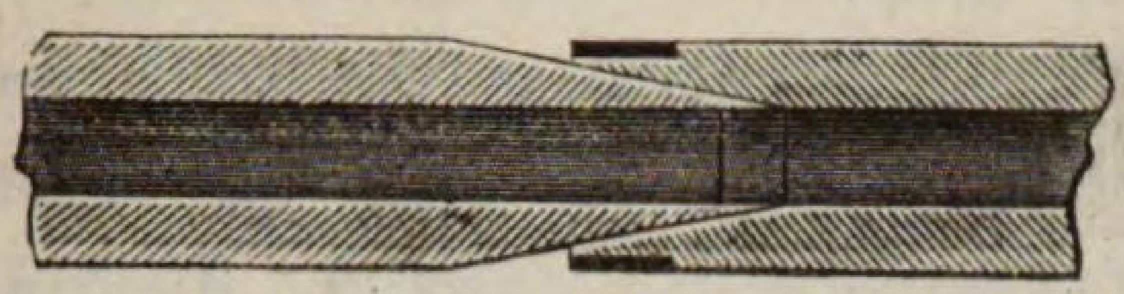
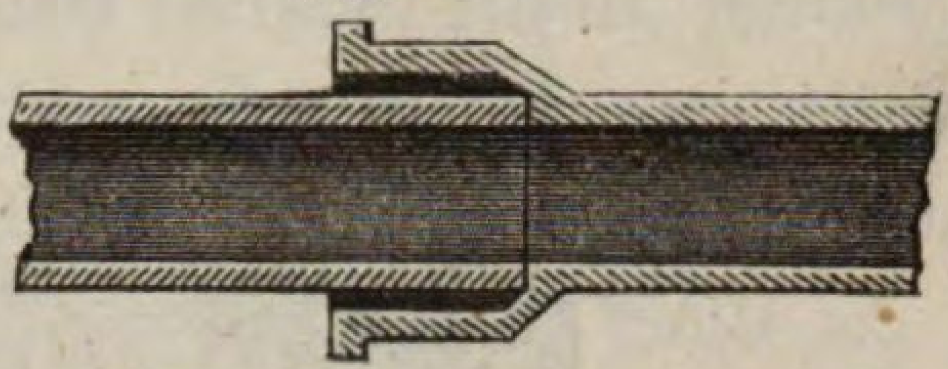


Fig. 20.



nicht geben, sondern findet ein abwechselndes Fallen und Steigen derselben Statt, so müssen an den erhabenen Stellen oben offene Röhren (Luftstöcke) zur Ableitung der angesammelten Luft angebracht werden, welchen man eine von der Fallhöhe des Sooldurchflusses abhängige Höhe giebt. Behne (l. c. S. 106) hat ein geeignetes Verfahren zur Legung solcher Röhrenfahrten näher beschrieben.

B. **Soolbassins (Soolkästen, Soolstuben).** Diese bestehen seltener aus in der Erde ausgegrabenen Behältern, deren Sohle und Wände mit Letten ausgeschlagen und mit Steinplatten oder Holzplatten überkleidet sind (Dürrheim), oder aus in der Erde befindlichen gemauerten und mit hydraulischem Mörtel überzogenen Behältern (Erdreservoirs) —, als aus hölzernen über der Erde befindlichen Soolkästen (frei stehende Reservoirs).

Gemauerte Behälter, welche durch Einwirkung der Salzlösung auf den Mörtel leichter zerstört werden, sind nur dann zu empfehlen, wenn das sie aufnehmende Terrain thonig ist.

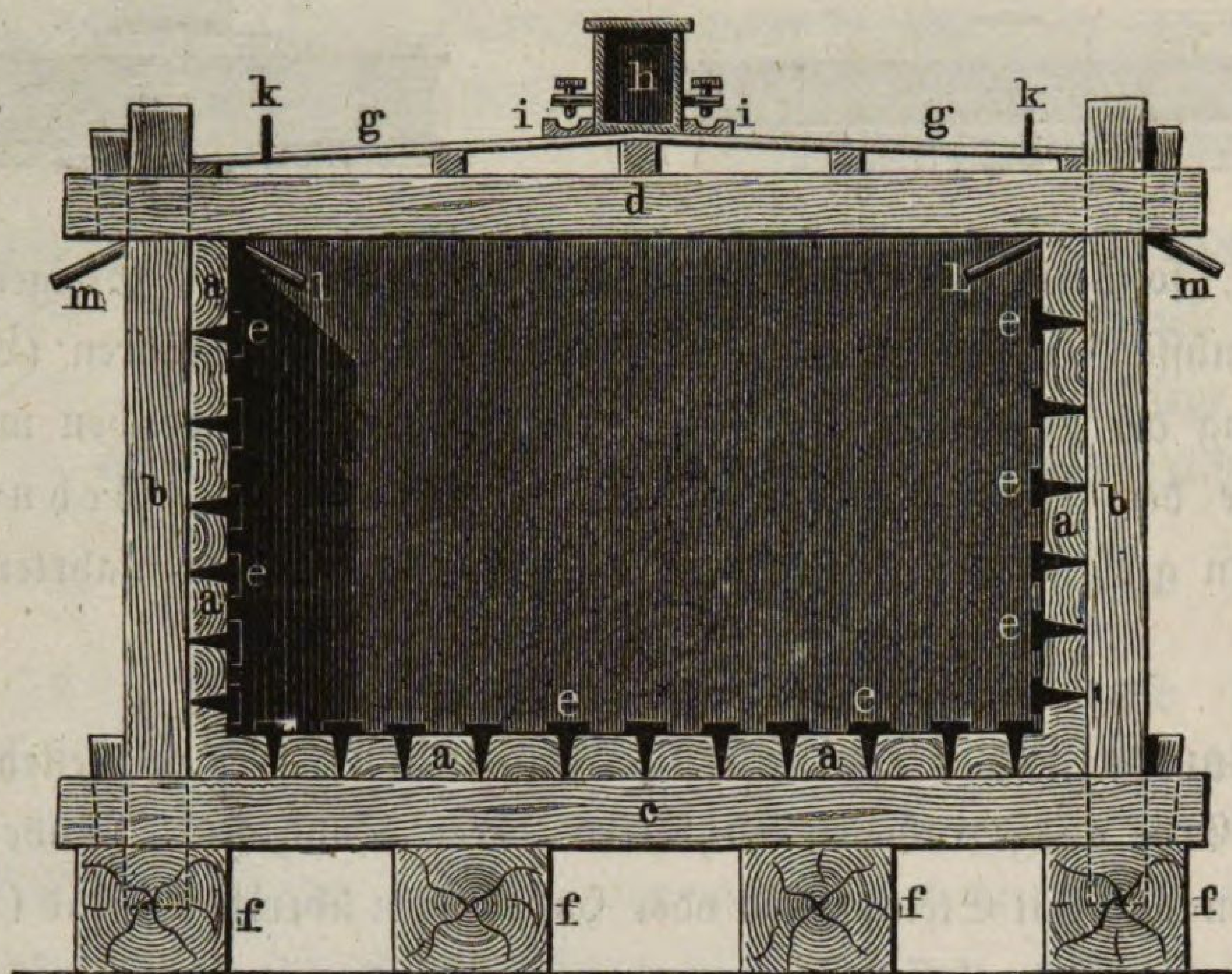
Die über der Erde befindlichen Soolkästen werden aus starken, glatt gehobelten Kiefernholzbohlen *a* (Fig. 21) zusammengefügt, welche durch ein Viergespann, bestehend aus Säulen *b*, Schwellen *c* und Riegeln *d*, zusammengehalten werden. Die Fugen zwischen den mit hölzernen Nägeln befestigten Bohlen werden keilförmig geschlitzt, in den Schlitz eine Dichtung von getheertem gedrehten Hanf eingetrieben und darauf eine schwache Holzlatte *e* befestigt. Der Kasten ruht auf einem massiven oder hölzernen Unterbau *f*. Die Behälter sind meist mit einem Dache *g* versehen, welches außer zum Schutz gegen den Regen wohl dazu dient, die Soole durch Darüberleiten noch von Wasser oder von an Kohlensäure gebundenen Erden und Metalloxyden zu befreien.

Die Soole gelangt zu diesem Zwecke aus Gefludern (Kandeln) *h* durch Hähne in Rinnen *i* mit Kerben und durch diese aufs Verdeck. Die gereinigte Soole wird durch Spundlöcher *k* und Gußbretter *l* in das Reservoir geführt, das Regenwasser aber bei geschlossenen Spundöffnungen nach außen durch Gußbretter *m* abgeleitet. Das Verdeck ist ringsum mit einem Rande versehen. Aus den Reservoirs fließt die Soole behuf weiterer Verwendung entweder durch

freien Fall ab oder wird durch Druckwerke, Pumpen ꝛc. auf ein höheres Niveau gehoben.

Während bei continuirlichem Betriebe der Frost auf die Soole nicht nach=

Fig. 21.



theilig einwirkt, so kann dies bei intermittirendem Zufluß der Soole eintreten und eine Umsetzung der in der Soole vorhandenen Salze stattfinden, welche ihre Soggefähigkeit, die gute und körnige Ausscheidung des Salzes beim Versieden der Soole, beeinträchtigt. Je nach dem Umfange des Betriebes und der Concentration der Soole wechseln Zahl und Umfang der Behälter, welche von Zeit zu Zeit von dem darin abgesetzten Schlamm (hauptsächlich Eisenoxydhydrat, zuweilen Eisenoxydsilicat mit wenig Kalk= und Talkerde) gereinigt werden, damit demnächst das Salz nicht gelblich gefärbt wird. Die Abflußröhre mit Hahn legt man einige Centimeter über den Boden des Behälters.

Während bei längerem Ablagern von Soole in Reservoiren von Holz und Cement durch Ausscheidung fremder Salze (Nebensalze), namentlich Gips, Glaubersalz und Glauberit ($NaO . SO_3 + CaO . SO_3$) besonders bei Kälte eine Reinigung derselben erlangt wird, findet das Gegentheil Statt, wenn man beim Sinkwerksbetriebe (S. 75) die Soole längere Zeit im Berge stehen läßt, wo sich dann das Chlornatrium mit anderen Salzen umsetzt. Hierauf hat weniger die Verdunstung von Wasser, als Zeit und Temperatur Einfluß. Durch Zerlegung, Wechselwirkung und Bildung neuer Salze ändert sich das Lösungsverhältniß der Bestandtheile der Soolen und somit deren Gehalt mannigfaltig. Das specifische Gewicht läßt einen untrüglichen Schluß auf die Reinheit der Soole zu, indem dasselbe mit steigender Verunreinigung meist zunimmt.

C. Cubicirung der Soolen. Das zur Fortführung eines regelrechten Salinenbetriebes erforderliche Messen (Cubicirung, im Oesterreichischen Cimentirung) der rohen Soolen sowohl als der flüssigen Zwischenproducte und Siedeabfälle kann geschehen:

a) Mittelst eines Meßkastens von bestimmtem cubischen Inhalt, welcher an einer Seite mit horizontalen Theilstrichen versehen ist, so daß man an dem Stand der Soole sehen kann, wie viel abgeflossen. Auch bringt man wohl außerhalb des Kastens neben zwei communicirenden Röhren eine Scale an.

b) Durch Berechnung nach dem Effect der Hebungsvorrichtungen. Man bringt an den Pumpen wohl Hubzähler an (Dürrheim, Rappenau), vermittelst welcher sich das geförderte Quantum durch einen hin- und hergehenden Cubicirapparat sogleich bestimmen läßt.

c) Durch Anwendung zweier gleich großer, durch eine Scheidewand getrennter Meßkästen von bestimmtem Volum, von denen der eine in dem Augenblick von der eingeleiteten Soole durch ein Zapfloch entleert wird, in welchem er vollständig damit angefüllt war, während man die Soole in den anderen einleitet. Der Zu- und Abfluß muß durch Ventileinrichtungen leicht zu reguliren sein. Dies ist eine einfache und genaue Methode. Man stellt den Doppelkasten z. B. horizontal über der Pfanne auf und füllt mittelst eines Gerinnes abwechselnd eine Abtheilung nach vorheriger Entleerung.

Zum Messen großer Soolquantitäten wendet man maschinelle Vorrichtungen an, bei welchen die Maschine das Oeffnen und Schließen des Zapfens selbst besorgt (Baader'sche Cubicirmaschine oder Hydrometer).

Cubicirvorrichtungen der bezeichneten Art leiden oft an dem Uebelstand, daß sich an den Ventilen zum Entleeren der Kästen der aus den Soolen sich ausscheidende Niederschlag von schwefelsaurer und kohlensaurer Kalkerde, Eisenoxydhydrat 2c. fest ansetzt und Undichtigkeit herbeiführt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes dient nach Brandt*) folgende Einrichtung (Fig. 22 und 23). *D* und *E* Kästen, jeder $2\frac{1}{2}$ Fuß lang, 2 Fuß breit und in der Mitte 16 Zoll hoch, bis zu einem bezeichneten Punkte *L* 5 Cubikfuß fassend und auf einer Achse *H* drehbar, welche auf dem Unterbau *MM* ruht. *F* und *F'* Ansatzkästen von 1 Quadratfuß Fläche, deren Boden 9 Zoll höher liegt als der Boden der Kästen *D* und *E*. *G* und *G'* kupferne Heber von 2 Zoll Weite, unten möglichst tief in die Seitenwand der Kästen eingesetzt und hier, wie auch an der oberen Krümmung etwas gedrückt. Die Böden der Kästen sind nach der entgegengesetzten Seite etwas verlängert und durch Eisenstücke *K* beschwert.

*) Neuere Cubicirvorrichtung in Preuß. Ztschr. Bd. 13, Lief. 4, 1865; Aigner, Das Wassermaß, 1861.

Die zu messende Soole tritt aus dem Steigrohre *A* durch ein kupfernes, am Ende vertical nach unten gebogenes Rohr *B* in eine auf einer festen Achse bewegliche Ausgußrinne *C* und aus dieser in den Kasten *D*. Die Soole

Fig. 22.

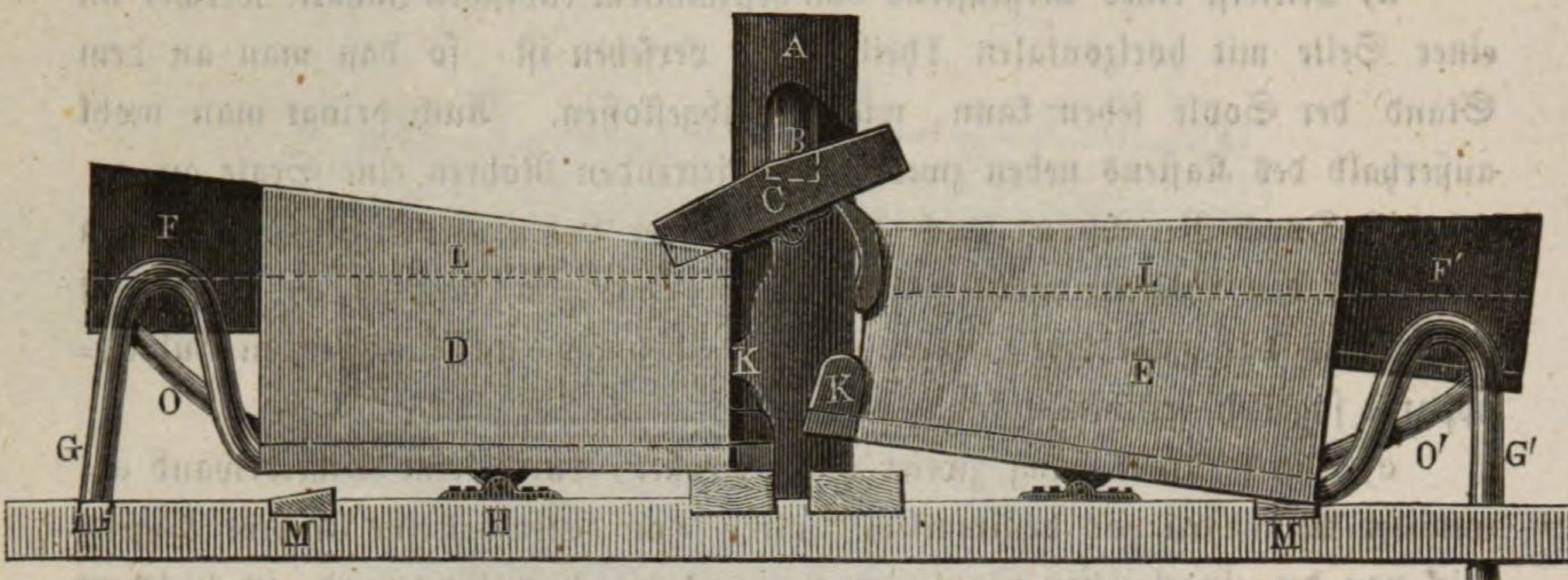
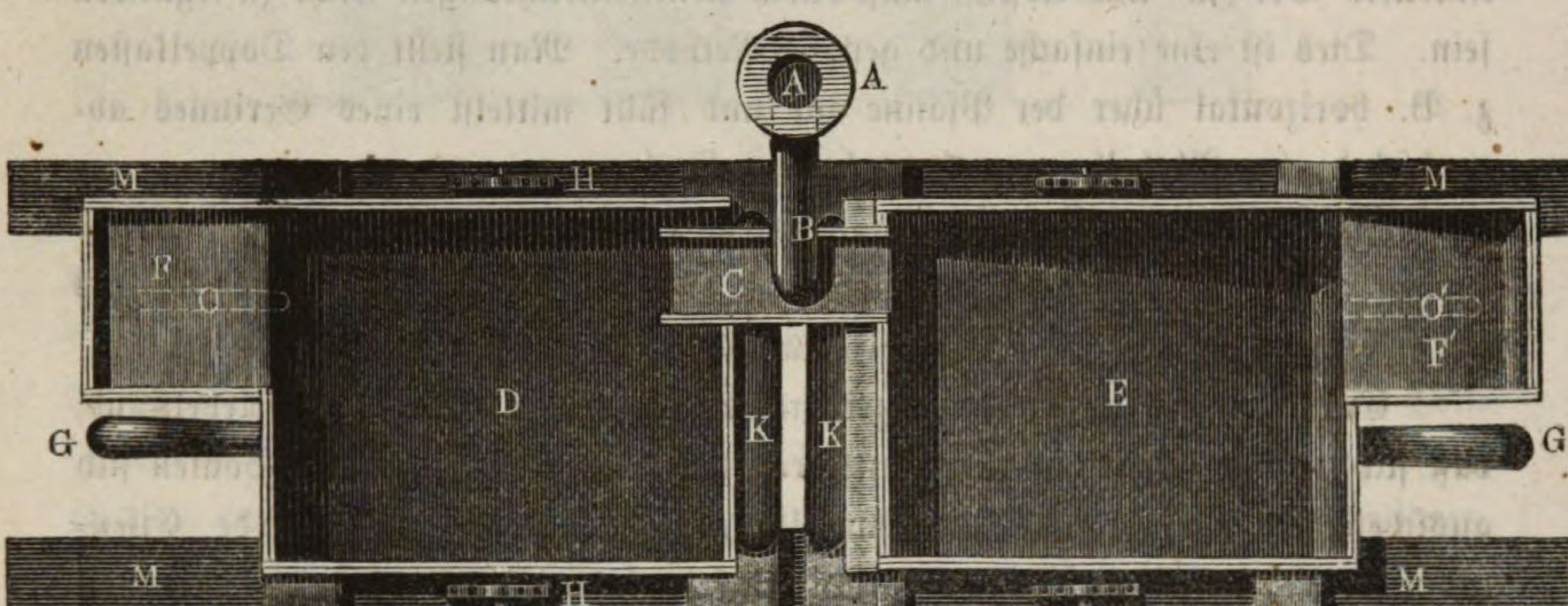


Fig. 23.



füllt denselben bis zu dem bezeichneten Füllungspunkte *L* an, tritt dabei ebenfalls in den Ansatzkasten *F* und giebt so dem ganzen Kasten *D* nach vorn ein Uebergewicht, wodurch er in die Lage des Kastens *E* gekippt wird. Der Heber *G*, vor der Kippung keine Soole durchlassend, liegt jetzt, wie *G′*, ganz unter dem Niveau des Soolspiegels, füllt sich deshalb und entleert den Kasten. Sobald dieser bis auf ein zurückbleibendes geringes, aber constantes Soolquantum leergeflossen ist, erhält die mit Gewichten *K* beschwerte hintere Seite das Uebergewicht und der Kasten kippt wieder in die horizontale Lage auf. Durch dieses Kippen wird die Ausgußrinne ebenfalls so gekippt, daß sie in den anderen Kasten ausgießen muß. Die Rohre *O* und *O′* führen die sonst auf dem Boden des Ansatzkastens zurückbleibende Soole ziemlich tief in die Kästen *D* und *E* hinein, so daß sie zur Hebermündung gelangen kann.

Ein an den Kästen leicht anzubringender Hubzähler würde mit jedem Hube 10 Cubikfuß angeben. Zur Messung eines Soolquantums von 12 Cubikfuß pro Minute genügt eine Heberweite von 2 Zoll.

Bei Bestimmung des Füllungspunktes *L* muß das durch einen Versuch zu ermittelnde Quantum zurückbleibender Soole in Rechnung gebracht werden und es wird der Kasten durch die Gewichte *K* so regulirt, daß er kippt, wenn der Soolspiegel genau bis zum Füllungspunkt *L* gestiegen ist, und durch Kippen der Ausgußrinne *B* die Soole in den anderen Kasten ausfließen läßt.

d) Durch den Ausfluß aus Röhren mit bekanntem Querschnitt (bayerische und österreichische Methode) oder aus Schlitzen (Eytelwein'sche Cubiciranstalt zu Sooden und Schönebeck).

e) Aus dem Rauminhalt der Soolbehälter oder Siedepfannen.

D. **Bestimmung des Salzgehaltes der Soolen (Salometrie).** Es interessirt den Salinisten ganz besonders, den Gehalt der Soole an fester Salzmenge*) (Rohsalz) zu wissen, weil der ganze Salinenbetrieb und Haushalt nach diesem Gehalte sich fortwährend ändert, und er bedient sich zur Angabe desselben folgender Bezeichnungen:

Procentgehalt (Löthigkeit), welcher die Gewichtstheile Salz in 100 Gewichtstheilen Soole angiebt; Pfündigkeit, wodurch die Pfunde Rohsalz, und Wasserpfündigkeit, wodurch die Pfunde Wasser in einem Cubikfuß Soole angedeutet werden; Grädigkeit, womit man die Gewichtstheile Wasser bezeichnet, welche einen Gewichtstheil Salz auflösen. Eine 16-grädige Soole ist demnach eine solche, in welcher 1 Gewichtstheil Kochsalz von 16 Theilen Wasser in Lösung erhalten wird. Durch eine chemische Analyse würde man den Salzgehalt zwar am genauesten ermitteln können, allein eine solche ist zu umständlich, weshalb man zu einem einfacheren Wege seine Zuflucht nimmt.

Man ermittelt, was jederzeit rasch geschehen kann, das specifische Gewicht der Soole (z. B. mittelst der weiter unten anzugebenden Soolspindeln) und berechnet dann nach Formeln oder ersieht aus danach aufgestellten Tabellen den Salzgehalt nach Procenten oder nach Pfündigkeit.

Nur seltener wird man sich Kenntniß von dem Salzgehalt durch die umständliche Abdampfprobe verschaffen.

Die mittlere Dichtigkeit der reinen Kochsalzlösungen ist geringer, als die ihrer Bestandtheile; man hat aber ein Gesetz, nach welchem die Contraction geschieht, noch nicht aufstellen und darnach aus dem specifischen Gewichte ohne Weiteres den Kochsalzgehalt noch nicht berechnen können. Bei der Wichtigkeit dieses Verhaltens ist man dabei stehen geblieben, das specifische Gewicht von Kochsalzlösungen mit bekanntem Gehalte bei einer gewissen Temperatur zu er-

*) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866, S. 110.

mitteln (siehe Tabellen von Bischof und Karsten) und auf Grund der dabei erhaltenen Resultate Formeln, sogenannte Gehaltsformeln, aufzustellen, mittelst welcher man aus dem beobachteten specifischen Gewichte und gewissen durch Versuche zu ermittelnden Coefficienten den Procentgehalt und die Pfündigkeit berechnen kann.

Tabelle von Karsten bei + 4° C.

Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.	Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.	Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.
0	1,000000	9	1,068349	18	1,138504
1	1,007562	10	1,076022	19	1,146489
2	1,015125	11	1,083719	20	1,154520
3	1,022694	12	1,091444	21	1,162601
4	1,030269	13	1,099199	22	1,170734
5	1,037855	14	1,106985	23	1,178921
6	1,045455	15	1,114807	24	1,187165
7	1,053068	16	1,122666	25	1,195469
8	1,060698	17	1,130564	26	2,203835

Tabelle von Bischof bei 15° R. (18,75° C.).

Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.	Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.	Proc. Kochsalz.	Spec. Gew.
0	1,00000	9	1,06539	18	1,13443
1	1,00712	10	1,07286	19	1,14237
2	1,012427	11	1,08038	20	1,15038
3	1,02146	12	1,08795	21	1,15844
4	1,02868	13	1,09556	22	1,16657
5	1,03594	14	1,10323	23	1,17476
6	1,04324	15	1,11095	24	1,18302
7	1,05058	16	1,11872	25	1,19135
8	1,05796	17	1,12655	26	1,19975

Auf diese Daten gestützte Formeln und darnach berechnete Sooltafeln sind von Langsdorf, Schlönbach I. und II., Meyer, Bischof I. und II., Buchholz und G. Karsten angegeben worden (z. B. in Karsten's Archiv, 2. R., XX. 11 und XXIII. 626; v. Carnall's Preuß. Zeitschr. für das Bergwerks-, Hütten- und Salinenwesen II. 277, Karsten's Salinenkunde).

Die Abhängigkeit des Procentgehaltes (p) und der Grädigkeit (g) einer Soole ergiebt sich aus den Gleichungen:

$$g = \frac{100 - p}{p} = \frac{100}{p} - 1 \text{ und } p = \frac{100}{g + 1}.$$

Die Pfündigkeit (P) ergiebt sich aus dem absoluten Gewicht von 1 Cubik-

fuß Soole = G (zu finden aus dem absoluten Gewicht derselben Cubikeinheit Wasser und dem specifischen Gewicht der Soole) und aus dem durch das specifische Gewicht mittelst der Sooltafeln gefundenen Procentgehalt (p) nach der Formel:

$$P = \frac{p\,G}{100} \text{ oder auch } = \frac{G}{g+1}.$$

Nach Buchholz ist:

$$p = \frac{13900\,m}{(103 - \sqrt{m})\,(1000 + m)} \text{ und } \pi = \frac{9{,}174\,m}{103 - \sqrt{m}},$$

worin bezeichnet: p die Gewichtsprocente Salz in der Auflösung, m die Uebergewichtsgrade oder Tausendtheile, um welche die Soolenschwere die des Wassers = 1000 bei 15° R. (18,75° C.) übertrifft, π die preußischen Pfunde Salz in einem preußischen Cubikfuß Lösung.

Aus diesen Formeln findet sich der Chlornatriumgehalt der Auflösung für die verschiedenen specifischen Gewichte von 1,001 bis 1,20467 in Procenten und preußischen Pfunden in einem preußischen Cubikfuß, Alles bei 15° R. = 18,75° C. (v. Carnall's Preuß. Zeitschr. III. 279):

Specifisches Gewicht.	Procentgehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.	Specifisches Gewicht.	Procentgehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.	Specifisches Gewicht.	Procentgehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.
1,001	0,1361	0,0899	1,028	3,8748	2,6290	1,055	7,5812	5,2788
1,002	0,2731	0,1806	1,029	4,0131	2,7255	1,056	7,7172	5,3786
1,003	0,4105	0,2718	1,030	4,1514	2,8221	1,057	7,8530	5,4784
1,004	0,5483	0,3633	1,031	4,2896	2,9189	1,058	7,9888	5,5784
1,005	0,6863	0,4552	1,032	4,4277	3,0158	1,059	8,1244	5,6785
1,006	0,8245	0,5474	1,033	4,5658	3,1128	1,060	8,2599	5,7786
1,007	0,9628	0,6399	1,034	4,7038	3,2100	1,061	8,3953	5,8789
1,008	1,1013	0,7327	1,035	4,8417	3,3073	1,062	8,5307	5,9793
1,009	1,2398	0,8257	1,036	4,9795	3,4048	1,063	8,6659	6,0798
1,010	1,3785	0,9189	1,037	5,1172	3,5023	1,064	8,8009	6,1804
1,011	1,5172	1,0123	1,038	5,2549	3,6000	1,065	8,9359	6,2811
1,012	1,6559	1,1060	1,039	5,3925	3,6979	1,066	9,0708	6,3818
1,013	1,7947	1,1999	1,040	5,5300	3,7958	1,067	9,2055	6,4827
1,014	1,9335	1,2940	1,041	5,6674	3,8938	1,068	9,3402	6,5837
1,015	2,0723	1,3882	1,042	5,8047	3,9920	1,069	9,4747	6,6848
1,016	2,2111	1,4827	1,043	5,9420	4,0903	1,070	9,6091	6,7860
1,017	2,3499	1,5773	1,044	6,0791	4,1887	1,071	9,7434	6,8872
1,018	2,4887	1,6721	1,045	6,2161	4,2873	1,072	9,8776	6,9886
1,019	2,6275	1,7671	1,046	6,3531	4,3859	1,073	10,0117	7,0901
1,020	2,7662	1,8622	1,047	6,4900	4,4847	1,074	10,1457	7,1917
1,021	2,9049	1,9575	1,048	6,6267	4,5836	1,075	10,2795	7,2933
1,022	3,0436	2,0530	1,049	6,7634	4,6826	1,076	10,4132	7,3951
1,023	3,1823	2,1486	1,050	6,9000	4,7817	1,077	10,5469	7,4969
1,024	3,3209	2,2444	1,051	7,0364	4,8809	1,078	10,6804	7,5989
1,025	3,4594	2,3403	1,052	7,1728	4,9802	1,079	10,8137	7,7009
1,026	3,5979	2,4364	1,053	7,3090	5,0796	1,080	10,9470	7,8030
1,027	3,7364	2,5326	1,054	7,4452	5,1792	1,081	11,0802	7,9052

Specifisches Gewicht.	Procent-gehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.	Specifisches Gewicht.	Procent-gehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.	Specifisches Gewicht.	Procent-gehalt.	Pfd. Salz in 1 Cbfß.
1,082	11,2132	8,0076	1,124	16,6925	12,3832	1,165	21,8365	16,7901
1,083	11,3461	8,1100	1,125	16,8204	12,4891	1,166	21,9595	16,8992
1,084	11,4789	8,2125	1,126	16,9482	12,5952	1,167	22,0824	17,0083
1,085	11,6116	8,3150	1,127	17,0758	12,7013	1,168	22,2051	17,1175
1,086	11,7441	8,4177	1,128	17,2033	12,8075	1,169	22,3277	17,2267
1,087	11,8766	8,5205	1,129	17,3307	12,9138	1,170	22,4502	17,3361
1,088	12,0089	8,6234	1,130	17,4579	13,0201	1,171	22,5726	17,4455
1,089	12,1411	8,7263	1,131	17,5851	13,1265	1,172	22,6949	17,5549
1,090	12,2732	8,8293	1,132	17,7121	13,2330	1,173	22,8170	17,6645
1,091	12,4052	8,9325	1,133	17,8390	13,3396	1,174	22,9390	17,7741
1,092	12,5370	9,0357	1,134	17,9657	13,4463	1,175	23,0610	17,8838
1,093	12,6687	9,1390	1,135	18,0924	13,5530	1,176	23,1828	17,9935
1,094	12,8004	9,2424	1,136	18,2189	13,6598	1,177	23,3045	18,1034
1,095	12,9318	9,3458	1,137	18,3454	13,7667	1,178	23,4260	18,2133
1,096	13,0632	9,4494	1,138	18,4717	13,8737	1,179	23,5475	18,3232
1,097	13,1945	9,5530	1,139	18,5978	13,9807	1,180	23,6688	18,4333
1,098	13,3256	9,6568	1,140	18,7239	14,0879	1,181	23,7900	18,5434
1,099	13,4566	9,7606	1,141	18,8498	14,1950	1,182	23,9111	18,6536
1,100	13,5875	9,8645	1,142	18,9757	14,3023	1,183	24,0321	18,7638
1,101	13,7183	9,9685	1,143	19,1014	14,4097	1,184	24,1530	18,8741
1,102	13,8489	10,0726	1,144	19,2269	14,5171	1,185	24,2738	18,9845
1,103	13,9794	10,1767	1,145	19,3524	14,6246	1,186	24,3945	19,0950
1,104	14,1098	10,2810	1,146	19,4777	14,7322	1,187	24,5150	19,2055
1,105	14,2401	10,3852	1,147	19,6029	14,8398	1,188	24,6354	19,3161
1,106	14,3703	10,4897	1,148	19,7280	14,9475	1,189	24,7557	19,4268
1,107	14,5003	10,5942	1,149	19,8530	15,0553	1,190	24,8759	19,5375
1,108	14,6302	10,6988	1,150	19,9779	15,1632	1,191	24,9960	19,6483
1,109	14,7600	10,8035	1,151	20,1026	15.2711	1,192	25,1159	19,7592
1,110	14,8897	10,9082	1,152	20,2272	15,3792	1,193	25,2358	19,8702
1,111	15,0193	11,0130	1,153	20,3517	15,4873	1,194	25,3555	19,9812
1,112	15,1487	11,1179	1,154	20,4761	15,5954	1,195	25,4752	20,0922
1,113	15,2780	11,2229	1,155	20,6004	15,7037	1,196	25,5947	20,2034
1,114	15,4072	11,3280	1,156	20,7245	15,8120	1,197	25,7141	20,3146
1,115	15,5363	11,4332	1,157	20,8486	15,9204	1,198	25,8333	20,4259
1,116	15,6653	11,5384	1,158	20,9725	16,0288	1,199	25,9525	20,5373
1,117	15,7941	11,6437	1,159	21,0963	16,1374	1,200	26,0716	20,6487
1,118	15,9228	11,7491	1,160	21,2199	16,2460	1,201	26,1905	20,7602
1,119	16,0514	11,8546	1,161	21,3435	16,3547	1,202	26,3094	20,8718
1,120	16,1799	11,9602	1,162	21,4669	16,4634	1,203	26,4281	20,9834
1,121	16,3082	12,0658	1,163	21,5903	16,5722	1,204	26,5467	21,0951
1,122	16,4365	12,1715	1,164	21,7135	16,6811	1,20467	26,6261	21,1700
1,123	16,5645	12,2773						

Da die Temperatur auf die specifischen Gewichte Einfluß ausübt, so muß derselbe bei solchen Gehaltsermittelungen in Rücksicht gezogen werden, und kann dies mit Zuhülfenahme behufiger Formeln und darnach berechneter Tabellen geschehen (v. Carnall l. c. S. 289).

Nach Karsten sind bei Kochsalzlösungen die von der Temperatur hervorgebrachten Modificationen des specifischen Gewichts regelmäßiger als beim Wasser, sind aber für gleiche Temperaturveränderungen größer und vergrößern sich mit

dem Salzgehalt. Während sich bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 100° C. das specifische Gewicht des Wassers um 0,035515 verringert, vermindert sich dasjenige einer 5=procentigen Kochsalzlösung um 0,039297, einer 26=procentigen Lösung um 0,060719.

Die für reine Kochsalzlösungen ermittelten obigen Gehaltsformeln lassen sich ohne Weiteres nicht immer für natürliche Soolen, welche neben Chlornatrium auch andere Salze enthalten, anwenden, indem bei demselben Chlornatriumgehalt durch fremde Salze das specifische Gewicht herunter= oder heraufgedrückt wird. Erfahrungsmäßig sind bei Soolen, deren Rohsalz einen Gehalt von mindestens 90 Proc. reinem Kochsalz besitzt, die Differenzen zwischen ihrem specifischen Gewicht und dem der entsprechenden reinen Kochsalzlösung so unbedeutend, daß man sie in der Praxis übersehen und obige Tabelle dafür benutzen kann.

Für gleichen Procentgehalt und bei gleichen Basen scheinen die schwefelsauren Salze das specifische Gewicht der Lösungen mehr zu erhöhen als die Jodsalze, diese mehr als die Bromsalze, diese wieder mehr als die Chlorsalze und endlich diese noch mehr als die salpetersauren Salze, wie sich aus den folgenden specifischen Gewichten verschiedener 10=procentiger Lösungen ergiebt, nämlich für

Schwefelsaures Kali	1,0827
Jodkalium	1,0781
Bromkalium	1,0720
Chlorkalium	1,0651
Salpetersaures Kali	1,0647

Bei gleicher Säure erhöhen das specifische Gewicht am meisten Thonerdesalze, dann folgen Talkerde=, Kalkerde=, Natron=, Kali= und Ammoniaksalze.

Es ist z. B. das specifische Gewicht einer 10=procentigen Lösung für

Chloraluminium	1,0918
Chlormagnesium	1,0868
Chlorcalcium	1,0846
Chlornatrium	1,0729
Chlorkalium	1,0651
Chlorammonium	1,0306

Es läßt sich danach aus dem specifischen Gewicht von Salzsoolen, welche merklich fremde Salze enthalten, deren Procentgehalt nach den für reine Kochsalzlösungen geltenden Formeln und Tabellen nicht ohne Weiteres bestimmen.

Da jedoch die auf einer Saline verarbeiteten Soolen immer nahe gleiche Mischungsgewichte der aufgelösten Salze enthalten, so gelingt es, wenn man die Soole einmal genau analysirt, mit Hülfe der analytischen Resultate und gewisser durch Versuche zu ermittelnder Coefficienten für die betreffenden Salinen Soolgehaltsformeln festzusetzen.

Solche Formeln hat z. B. Bischof (Karsten's Archiv, 2. R., XXIII. 637) für die Salinen Schönebeck, Dürrenberg, Kösen, Halle, Staßfurt und

Artern, Buchholz dergleichen für Schönebeck und Dürrenberg (v. Carnall's Preuß. Zeitschr. III. 280) aufgestellt. Die nach den Formeln Beider gefundenen Resultate weichen wenig von den Versuchen ab. Buchholz hat die nachstehende Formel für alle Salzlösungen anwendbar gefunden:

$$p = \frac{am}{(\psi - \sqrt{m})\ (100 + m)},$$

worin p die Gewichtsprocente Salz in der Soole, m die Uebergewichtsgrade (S. 87) derselben, a und ψ aber durch Versuche zu ermittelnde Coefficienten bezeichnen.

Da das Kochsalz gegen die fremden Bestandtheile immer stark vorwaltet, so übersieht man die durch letztere hervorgebrachten Abweichungen wohl, oder man bestimmt das specifische Gewicht (den Rohgehalt) der Soole und berechnet aus davon bekannter Analyse den wahren Salzgehalt.

Zur Bestimmung des Soolengehaltes (Siebeloth) bedient man sich auf den Salinen der Soolspindeln, Soolwagen oder Aräometer, welche folgende Eintheilungen haben können:

a) Gewichtsaräometer*) oder Aräometer nach dem specifischen Gewichte geben nicht ohne Weiteres Resultate an, um welche es sich in der Praxis handelt, sondern welche erst durch Rechnung oder mit Zuhülfenahme von Tabellen gefunden werden können, nämlich der Procentgehalt und die Pfündigkeit der Soole. Sie eignen sich deshalb weniger zum Gebrauch für die Arbeiter, welchen außerdem die Angabe der Ziffern in Decimalen weniger verständlich ist, dagegen giebt ein solches Aräometer in den Händen des wissenschaftlich Gebildeten genaue Resultate.

Auf den hannoverschen Salinen bestimmt man den Soolgehalt nach dem specifischen Gewichte, indem man das specifische Gewicht des Wassers bei 15° R. (18,75° C.) = 1000 annimmt und die Tausendtheile, um welche die Soolenschwere die des Wassers übertrifft, Grade nennt. Dieselben bezeichnen also die Tausendtheile des specifischen Uebergewichts (S. 87). Bezeichnet man mit m die Grädigkeit und mit A das specifische Gewicht einer Soole für die Wasserschwere bei + 15° R. = 1000, so ist

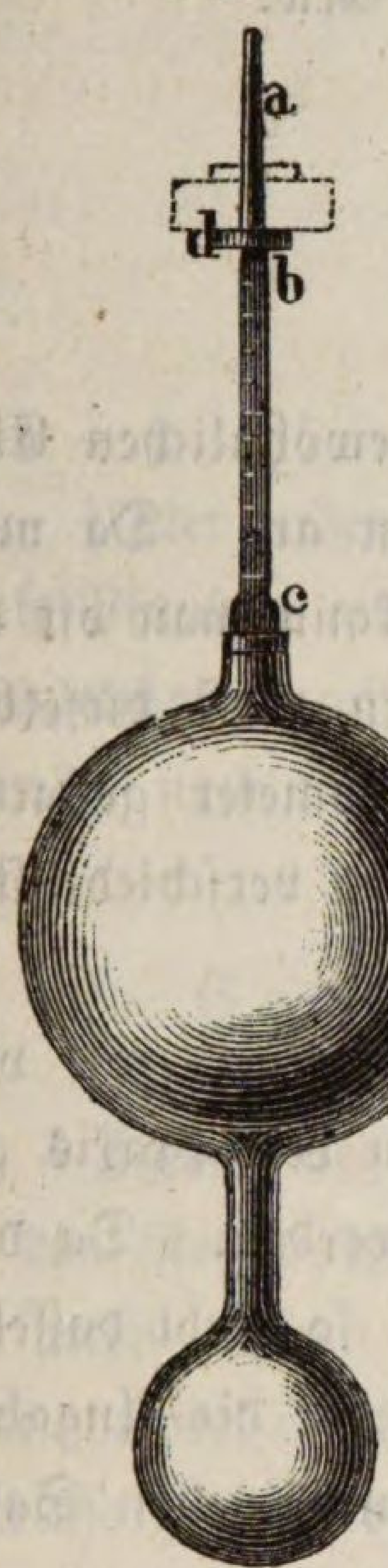
$$A = \frac{1000 + m}{1000} \text{ und } m = 1000\ A - 1000 = (A - 1)\ 1000.$$

Ein auf hannoverschen Salinen angewendetes messingenes, stark vergoldetes Aräometer zeigt Fig. 24. Dasselbe hat an dem parallelepipedischen Scalentheile *bc*, dessen Inhalt etwas größer als der tausendste Theil des Instrumentes ist, eine Scheibe *d*, auf welcher die über die Spitze *a* gesteckten Gewichte ruhen. Das schwerste Gewicht = 200 Grad ist etwa gleich $\frac{1}{5}$ des ganzen Spindel-

*) Gerlach, Vergleichung der Aräometerscalen in Fresenius' Ztschr. 4, 1.

gewichts, das kleinste Gewicht ist = 1 Grad. Nahe unter der Scheibe *d* liegt der Wasserpaß, bis zu welchem die unbeschwerte Spindel in destillirtem Wasser von 15° R. eintauchen muß. Damit man Bruchtheile eines Grades an dem Halse messen kann, wenn die zu wägende Soole nicht gerade volle Grade hält und daher ein Eintauchen bis genau an den Wasserpaß durch Auflegen von Gewichten nicht erreicht werden kann, ist auf den Hals vom Wasserpasse ab ein Tausendtheil des Spindelinhalts aufgetragen und in 10 Theile getheilt, von denen jeder also Zehntausendtheile des specifischen Gewichts oder Zehntelgrade angiebt und woran sich Hunderttausendtheile oder Hundertelgrade noch sehr wohl schätzen lassen.

Fig. 24.



Zur Bestimmung der Länge eines Theilstriches am Spindelhalse beschwert man die Spindel mit ihren Gewichten, nachdem sie in bekannter Weise genau justirt ist, in einer Soole von etwa 1,001 oder 1,002 specifischem Gewichte mittelst eines Gradgewichts und eines Bleigewichts so, daß sie genau bis an den Wasserpaß einsinkt. Wird alsdann das Gradgewicht hinweggenommen, so steigt der Spindelhals um ein Tausendtheil empor, welches sich durch Wiederholung desselben Versuchs sehr sicher bestimmen läßt. Die gefundene Länge wird dann in 10 Theile getheilt.

Da dieser am Halse abzulesende Bruchtheil eines Grades als Wasserraum ermittelt ist, so fällt er in der schwereren Soole nach dem Verhältniß ihres specifischen Gewichts kleiner aus, weshalb man die abgelesenen Hundertelgrade noch mit dem durch die Auflegegewichte gefundenen specifischen Gewichte zu multipliciren hat. Ergab sich z. B. das specifische Gewicht einer Soole durch Auflegegewichte = 160-grädig oder zu 1,160 und standen von dem Halse noch 50 Hundertelgrade über dem Soolspiegel hervor, so betragen diese letzteren 50 . 1,16 = 58 Hundertelgrade, und das ganze specifische Gewicht ist 1,16058.

In den Salzkammergütern und in Bayern bestimmt man mittelst eines Modelhaupt'schen Aräometers das specifische Gewicht bei 14° R. (17,5° C.) und berechnet nach Vornahme der erforderlichen Reductionen den Salzgehalt nach der Karsten'schen Tabelle (Arch. f. Mineralogie ꝛc. XX.) nach Pfündigkeit. 13 Grad Modelhaupt entsprechen 1,0058 spec. Gew., 26,5 Grad 1,2122 spec. Gew.

Während man bei den Gewichtsaräometern das specifische Gewicht von Flüssigkeiten aus der Vergleichung des absoluten Gewichts constanter Volumina findet, beruht die Anwendung der nachfolgenden beiden Scalen-

aräometer darauf, daß bei constantem absoluten Gewicht sich die specifischen Gewichte umgekehrt wie die Volumina verhalten.

Auf den Salinen der Vereinigten Staaten bedient man sich eines 100-theiligen Aräometers (Salometer), dessen Nullpunkt dem specifischen Gewicht des destillirten Wassers, dessen 100-Punkt dem einer concentrirten Kochsalzlösung = 1,207 entspricht, wie sich aus nachstehender Tabelle ergiebt:

0° = 1,000 spec. Gew.		60° = 1,115 spec. Gew.	
10 = 1,017	"	70 = 1,136	"
20 = 1,035	"	80 = 1,159	"
30 = 1,054	"	90 = 1,182	"
40 = 1,074	"	100 = 1,207	"
50 = 1,094	"		

b) Scalen- oder Procent-Aräometer von der gewöhnlichen Einrichtung geben den Salzgehalt der Soole in Gewichtsprocenten an. Da man aber auf Salinen die Soolen nicht wägt, sondern mißt, so kann man oft die Angaben der Aräometer nicht ohne Weiteres benutzen, sondern muß dieselben erst aufs Volum reduciren. Die Angaben nach diesem Aräometer gestatten aber eine unmittelbare Vergleichung der Salinenresultate bei dem verschiedensten Maße und Gewicht.

c) Pfündigkeits-Aräometer, deren Theilstriche angeben, wie viel Pfund Salz im Cubikfuß Soole enthalten sind, was man in der Praxis gewöhnlich nur wissen will, da die Soolen immer gemessen werden. Da das Pfündigkeits-Aräometer eine reine Kochsalzlösung voraussetzt, so giebt dasselbe in Soolen kein vollkommen genaues Resultat. Es lassen sich aber die Angaben desselben leicht corrigiren, weil das Verhältniß zwischen dem nominellen Salzgehalte und dem wirklichen Ausbringen auf jeder Saline bekannt ist.

Diese Berechnung nach Pfündigkeit, welche z. B. auch auf den österreichischen Salinen üblich, ist für den Salinisten die bequemste, so lange die ermittelten Zahlen sich nur auf sein Werk beziehen. Dagegen sind bei diesem Verfahren bei den Verschiedenheiten der Maß- und Gewichtssysteme umständliche Reductionen erforderlich, wenn es sich um die Vergleichung der Betriebsresultate von Salinen verschiedener Länder handelt. In Westphalen giebt man neben der Pfündigkeit auch den Procentgehalt der Soole an, wodurch allen Anforderungen genügt wird.

Es kommen bei den Salzsoolen specifische Gewichte über 1,2078, entsprechend 18,639 österr. Pfund Salz in 1 österr. Cubikfuß Soole, nicht vor, in Folge dessen man an dem Aräometer, von Pfund zu Pfund fortschreitend, eine mäßige Anzahl von Theilstrichen erhält, welche von dem Arbeiter leicht abgelesen werden können.

Bei einer Temperatur der Soole von 15° R. (18,75° C.) entsprechen die Theilstriche des Aräometers nachstehenden specifischen Gewichten:

Theilstriche des Aräometers.	Entsprechendes spec. Gew.	Theilstriche des Aräometers.	Entsprechendes spec. Gew.
0	1,0000	10	1,1169
1	1,0124	11	1,1279
2	1,0246	12	1,1388
3	1,0367	13	1,1494
4	1,0485	14	1,1601
5	1,0604	15	1,1705
6	1,0719	16	1,1809
7	1,0834	17	1,1912
8	1,0949	18	1,2013
9	1,1059	18,639	1,2078

Unter anderen wird auch auf den preußischen Salinen der Gehalt der Soolen nach Pfunden angegeben und es weist die S. 87 mitgetheilte Tabelle den Zusammenhang zwischen specifischem Gewichte, Procentgehalt und Pfündigkeit der Soolen nach preußischem Maße nach.

III. Concentration der Soolen durch Gradiren.

Zweck des Gradirens. Die auf die eine oder andere Weise erhaltenen, in den Reservoirs (S. 81) befindlichen Soolen werden entweder ohne Weiteres versotten, wenn sie einen hinreichenden Salzgehalt besitzen oder die Brennmaterialpreise sehr niedrig sind, oder sie müssen vorher durch Auflösen von Steinsalz oder durch Verdunstung von Wasser ohne Anwendung von Brennmaterial concentrirt (gradirt) werden. Man nimmt gewöhnlich die Grenze, bei welcher man eine Soole bei mäßigen Brennmaterialpreisen noch direct mit Vortheil versieden kann, bei 16 Proc. Kochsalzgehalt an. Es kann aber diese Zahl nach Localverhältnissen wesentliche Modificationen erleiden. Es versieden z. B. folgende Salinen die Soolen direct: Lüneburg mit 25 Proc., Reichenhall mit 23 Proc., Offenau, Wimpfen, Rappenau, Dürrheim mit 24 bis 26 Proc., Artern mit 25 Proc., Halle mit 19 Proc. ꝛc.

Die Concentration ärmerer Soolen bezweckt nun:

a) die Verdunstung wäßriger Theile an der Luft und dadurch die Concentration des Salzgehaltes;

b) die Abscheidung fremder schwerlöslicher Salze, wie Gips, welcher bei Anreicherung der Soole seines Lösungswassers beraubt wird und sich in fester Gestalt absetzt;

c) die Zerlegung leicht zersetzbarer Salze, z. B. von in der Soole gelösten doppeltkohlensauren Eisenoxydul und Kalkerde, in unlösliche einfach kohlensaure Salze, indem bei der Bewegung der Soole ein Theil Kohlensäure entweicht.

Auch findet bei der Gradirung ein gegenseitiges Zersetzen von Glaubersalz und Chlorcalcium unter Bildung von sich abscheidendem Gips Statt;

d) die Absonderung mechanisch eingemengter Unreinigkeiten.

Während der Zweck des Gradirens meist die Concentration der Soole ist und eine Reinigung derselben nebenbei stattfindet, so kann auch die Reinigung derselben Hauptzweck sein (Artern). Zuweilen läßt man wohl reichere Soolen, die des Gradirens eigentlich gar nicht bedürfen, zur Abscheidung eines Eisengehaltes einmal durch eine Dornwand fallen.

Man erreicht diese Zwecke am vollständigsten, wenn man der Gradirvorrichtung die größtmöglichste Oberfläche und eine solche Lage giebt, daß die Soolentheile von den verdunstenden Agentien (Temperatur, Trockenheit und Wechsel der Luft) möglichst getroffen werden. Man muß ferner die angereicherten Soolentheile vor der Verdünnung durch atmosphärisches Wasser schützen.

Gradirmethoden. Es giebt folgende Gradirmethoden:

1) Die v. Baader'sche Tafelgradiranstalt, aus mehreren etwa immer 18 Zoll unter einander gestellten flachen Holzbehältern von 18 Fuß Länge, 6 Fuß Breite und 2½ Zoll Höhe bestehend, in welchen die 2 Zoll hoch stehende, aus den oberen in die unteren Kästen tröpfelnde Soole dem Luftzuge ausgesetzt wird. Der Soolenverlust ist zwar geringer, als bei der Dorngradirung, letztere steht aber in ihren Leistungen viel höher. Dadurch, daß man, abweichend von der Sonnengradirung (S. 95), die Gefäße staffelförmig unter einander gestellt hat, bedarf es eines geringeren Raumes und das Regenwasser kann leichter abgehalten werden.

2) Die Pritschen-, Staffel- oder Dachgradirung. Man läßt die Soole über dachförmig zusammengefügte, schwach geneigte Flächen rinnen (Fig. 21) und benutzt wohl die über den Siedesoolenreservoirs befindlichen Dächer zum Gradiren (Dürrenberg, Kösen). Zu Artern läßt man die Soole aus dem Bohrloch Nr. 1 behuf Ausscheidung ihres Eisengehaltes über die Verdecke der Soolkästen circuliren. Das Dach endigt unten über einem an dem Bord herlaufenden Gerinne, welches mit verschiedenen Zapfenlöchern versehen ist, damit die Soole je nach ihrer Qualität in die betreffende Abtheilung des Kastens gelangen kann, um noch einmal gradirt oder weiter geführt zu werden, oder auch, um das Regenwasser zu entfernen.

3) Bindfaden-, Strick- oder Seilgradirung. Man vertheilt die Soole über hin- und hergespannte Bindfäden oder Stricke von mehr als 100000 Fuß Länge, wie z. B. zu Moutiers in Savoyen. Die Soole wird hier in gewöhnlicher Weise durch Stören zur Gaare gebracht, dann bringt man sie, um das Soggen zu ersparen, zur Gradirung auf ausgespannte Hanfseile. Beim Verdunsten des Wassers setzt sich an denselben Salz an und sobald die Krusten

eine Dicke von etwa 4 Zoll erreicht haben, so nimmt man sie ab. Läßt man die Soole aus einem oberen Bassin an Leinwandstreifen in ein unteres fließen, so hat man eine Coulissengradirung.

4) Auf Sonnen- und Eisgradirung (S. 18, 50) ist in unseren Gegenden nicht zu rechnen. Letztere wird z. B. zu Ochotzk angewendet. Das Eis hält immer eine nicht unbedeutende Menge Salz zurück (S. 18), die Behälter leiden durch die Eisbildung sehr, die Entfernung des Eises macht nicht unbedeutende Kosten und nicht alle Soolen sind für die Eisgradirung geeignet, indem sich bei niedriger Temperatur Chlornatrium mit schwefelsaurer Magnesia zu Chlormagnesium und schwefelsaurem Natron umsetzt.

Zuweilen setzt man die Sonnengradirung bis zur Ausscheidung von Salz (Sonnensalz) fort, so auf den Onondaga-Salzwerken (Wagner's Jahresber. 1866, S. 207), wo Soolen mit etwa 13 Proc. Kochsalz in zwei terrassenförmig über einander stehenden Reihen von 0,3 Meter tiefen hölzernen Bassins dem Einfluß der Sonnenwärme ausgesetzt werden. In den oberen Behältern bleibt die Soole so lange stehen, bis Kochsalz auszukrystallisiren beginnt, dann wird sie von den abgeschiedenen schwer löslichen fremden Salzen in die unteren Behälter abgelassen, wo das Salz in großen harten Krystallen sich absetzt und an der Luft getrocknet eine schön weiße Farbe annimmt. Bei Regenwetter werden die Bassins bedeckt.

Im Saginawthale (Staat Michigan) geschieht nach Hahn (Berg- u. Hüttenm. Ztg. S. 305, 337) die Verdunstung der Soole durch Sonnenwärme in 0,14 Meter hohen, 5,3 Meter breiten und 50 bis 200 Meter langen Holzkästen, zum Schutz gegen Regen mit auf Rollen beweglichen Dächern versehen. Die Gefäße liegen terrassenförmig unter einander; die oberste Reihe dient zum Klären, die darauf folgende zum Concentriren und die unterste zum Salzmachen. Das Sonnensalz, bei der langsamen Verdunstung in großen Krystallen erzeugt, ist zwar reiner als Siedesalz, aber seine Darstellung kommt wegen der bedeutenden Kostenanlagen eines Sonnenfeldes höher zu stehen. Die Zusammensetzung verschiedener Sonnensalzsorten des Saginawthales ergiebt sich aus nachstehender Tabelle:

	East Saginaw Comp.		Michigan Comp.		Newyork u. Saginaw Comp.			
Chlormagnesium	0,256	0,260	0,225	0,227	0,417	0,425	0,643	0,662
Chlorcalcium	0,448	0,454	0,386	0,389	0,743	0,760	1,482	1,525
Schwefelsaurer Kalk ..	0,313	0,317	0,430	0,434	0,173	0,177	0,037	0,038
Wasser	1,340	0	0,871	0	2,197	0	2,821	0
	2,365	1,031	1,912	1,050	3,528	1,262	4,983	2,225

Alle diese Methoden sind wegen ihrer geringeren Leistungen fast vollständig verdrängt

5) durch die Dorn- oder Tröpfelgradirung, bei welcher man die Soole in feinem Regen über Dornenwände vertheilt, die einzelnen Tropfen dem freien Luftzuge aussetzt und dessen Einwirkung dadurch begünstigt, daß man den Fall der Tropfen verzögert. Diese Methode soll schon vor 500 Jahren in der Lombardei in Anwendung gewesen sein; nach Anderen ist sie deutschen Ursprungs und zuerst 1579 in Nauheim und 1599 zu Kötschau im Merseburgischen durch Matthäus Meth, Arzt in Langensalza, in der Weise eingeführt, daß man die Soole mit Schaufeln gegen Wände von Stroh oder Schilfbündeln warf. Ihre gegenwärtige Gestalt mit Dornwänden hat die Gradirung 1730 durch v. Beust erhalten.

Die Haupttheile der Dorngradirhäuser, Bâtimens de graduation, Graduation houses (Fig. 25) bestehen:

a) aus dem Ständerwerk oder Gerüst. *a* Hauptsäule; *b* äußere Dornensäulen; *c* innere Dornensäulen; *d* Hauptsturmstreben; *e* Streben; *f* Oberhalter; *g* Träger für den Gerinnkasten. Die äußeren Dornensäulen *b* haben Larven, in welche man Latten einschiebt; dagegen sind die inneren Dornensäulen *c* mit Winkeln versehen, in welche die Latten eingelegt werden. Die letzteren liegen etwas höher, als die entsprechenden Latten in den äußeren Dornensäulen.

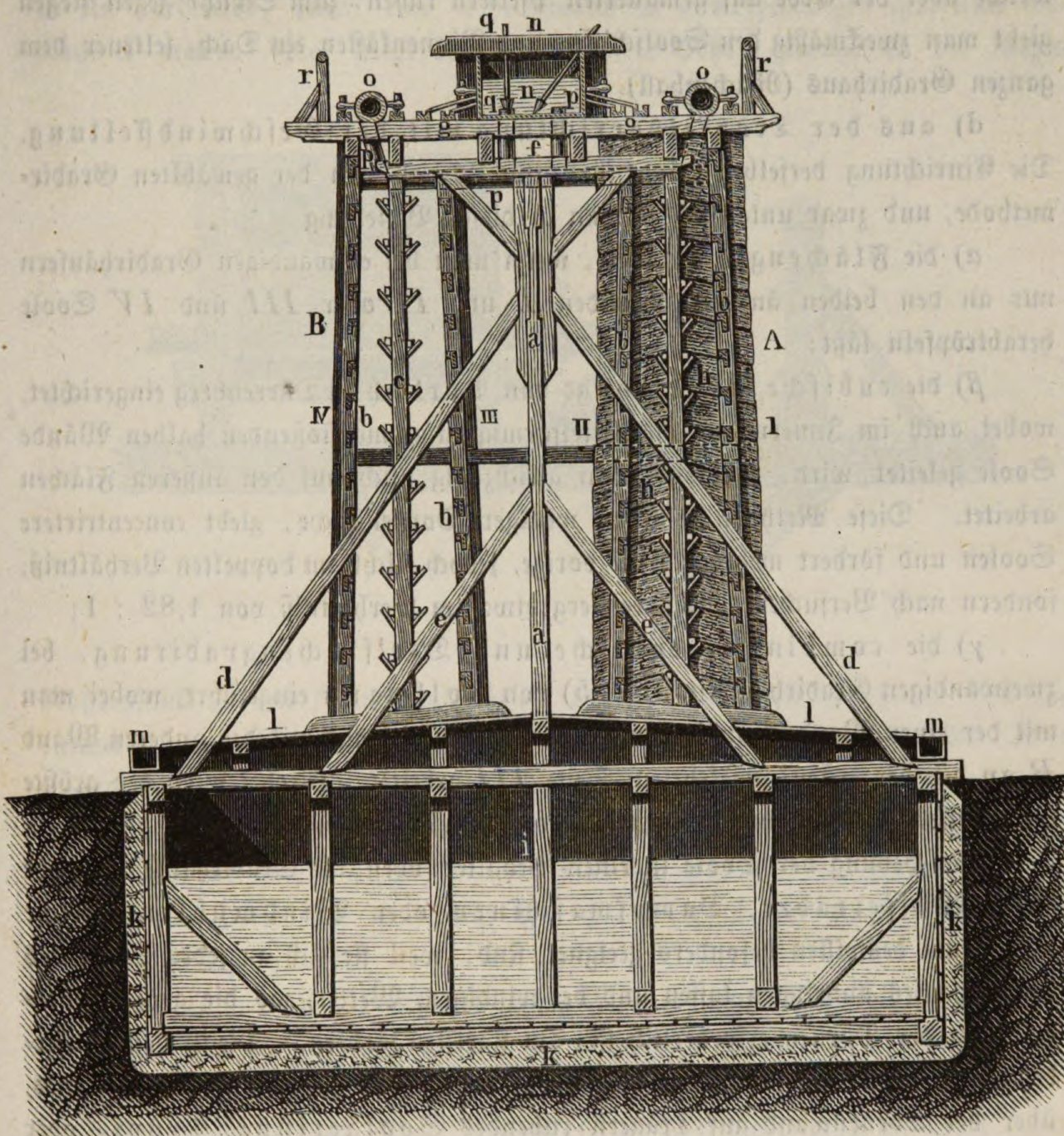
Da mit der Höhe der Gradirhäuser die Stabilität und die Schwierigkeit der Soolenzuführung wächst, so schafft man die erforderliche Gradirfläche lieber durch längere, mehrere hundert, ja tausend Fuß lange Wände, und macht die Häuser meist nicht über 40 bis 50 Fuß hoch.

b) aus den Dornenwänden *h*, welche aus Bündeln von Schwarz- oder Schlehdorn auf die Weise hergestellt werden, daß man die aufgelösten Bündel mit einer Neigung von 2 bis 3^{0} nach außen rechtwinkelig zwischen die Latten bringt, wobei dieselben an der Vorderseite in einer Ebene zu liegen kommen. Damit die herabfallenden Tropfen immer Spitzen finden, verjüngt sich die Wand etwas nach oben, so daß die etwa 1$^1/_2$ Fuß starken Dornenbündel unten etwa 6 bis 9 und oben 5 bis 6 Fuß Länge haben. Jede Wand besteht aus zwei halben Wänden, welche sich sattelartig an den mittleren Dornensäulen *c* berühren.

Befindet sich über einem Soolkasten nur eine aus zwei solchen Hälften bestehende Wand *A*, so hat man ein einwandiges Gradirhaus; sind dagegen zwei oder mehrere Wände (wie in Fig. 25 die Wände *A* und *B*) über einem Soolschiff in einiger Entfernung von einander vorhanden, so nennt man die Gradirhäuser mehrwandig. Erstere Art wendet man wohl bei

sparsamer Betriebskraft und behuf Werkholzersparung an, sie giebt aber einen größeren Gradirverlust als die zweiwandigen und leistet nicht so viel.

Fig. 25.



c) aus dem Soolkasten oder Soolschiff, einem in die Erde eingelassenen, aus Bohlen gezimmerten Kasten *i* unter den Dornenwänden, welcher ringsum mit einer Thonlage *k* umstampft (verlettet, verthont) ist. Man versieht den Kasten zweckmäßig mit einem schrägen Dach (Pritsche) *l*, auf welchem die aus den Dornen herabtröpfelnde Soole langsam hinabfließt, durch Verdunstung sich noch concentrirt und von fremden Salzen reinigt. Durch passende geöffnete Löcher in dem am Rande herumlaufenden Gerinne *m* fließt die Soole entweder direct in den Hauptsoolkasten oder bei verschlossenen Löchern in Behälter, aus denen sie nochmals zur Gradirung geschafft wird. Bei starkem

Regenwetter, wo man nicht gradirt, werden die Löcher durch Stöpsel verschlossen und das Regenwasser wird abgeführt, um die Verdünnung der Soole zu vermeiden. Eine solche ist nicht zu verhindern, wenn man offene Soolschiffe hat, welche über der Erde auf gemauerten Pfeilern ruhen; zum Schutze gegen Regen giebt man zweckmäßig den Soolschiffen und Rinnenkästen ein Dach, seltener dem ganzen Gradirhaus (Reichenhall).

d) aus der Tröpfelvorrichtung mit der Geschwindstellung. Die Einrichtung derselben hängt hauptsächlich ab von der gewählten Gradirmethode, und zwar unterscheidet man in dieser Beziehung

α) die Flächengradirung, wenn man bei einwandigen Gradirhäusern nur an den beiden äußeren Wänden *I* und *II* oder *III* und *IV* Soole herabtröpfeln läßt;

β) die cubische Gradirung, von Borlach in Dürrenberg eingerichtet, wobei auch im Innern auf die sattelförmig zusammenstoßenden halben Wände Soole geleitet wird, während man gleichzeitig auch auf den äußeren Flächen arbeitet. Diese Methode erfordert weniger Dornenfläche, giebt concentrirtere Soolen und fördert mehr, als die vorige, jedoch nicht im doppelten Verhältniß, sondern nach Versuchen in Dürrenberg etwa im Verhältniß von 1,82 : 1;

γ) die combinirte cubische und Dreiflächengradirung, bei zweiwandigen Gradirhäusern (Fig. 25) von Rollmann eingeführt, wobei man mit der einen Wand *A* an beiden Flächen *I* und *II* und mit der anderen Wand *B* an der der ersten zugekehrten Seite *III* arbeitet. Hierbei wird der größte Gradireffect erreicht und es entsteht der geringste Soolenverlust.

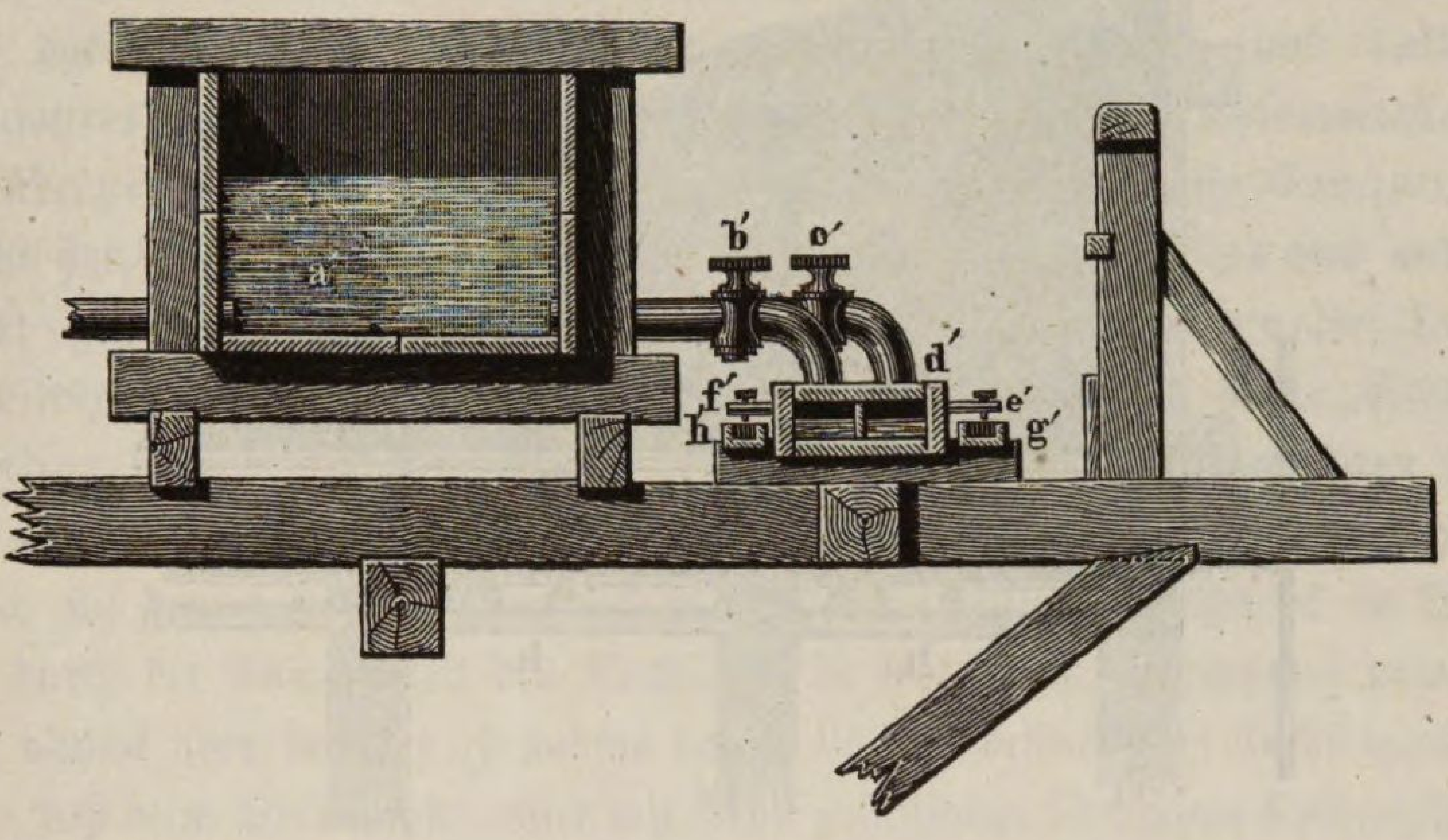
Die Hebung der Soole in einen Behälter oben im Gradirhause geschieht durch Wasserräder, Dampfmaschinen oder Windmühlen, welche letztere um deswillen besonders geeignet sind, weil sie sich an jeder Stelle des Gradirhauses anbringen lassen und bei windigem Wetter, wo die größte Soolbelegung der Dornen erforderlich ist, am stärksten fördern. Die in den wasserdichten Behälter im Kunstthurm gehobene rohe Soole gelangt in ein hölzernes, über der Dornenwand auf Trägern ruhendes Soolgerinne, Tropf- oder Soolkasten *a'* (Fig. 26), welches bei der Flächengradirung auf beiden Seiten in gewissen Entfernungen Tropfhähne *b'* hat. Aus denselben tröpfelt die Soole in die den Dornenwandflächen entlang laufenden Tröpfelrinnen *c'*, welche etwa 6 Fuß lang und auf jeder Seite von 5 zu 5 Zoll mit kleinen Kerben an den Backen versehen sind, durch welche die Soole in dünnen Strahlen sich auf die Dornenwände vertheilt. Vor der Rinne ist ein Schutzbrett angebracht, welches verhindert, daß die Tropfen vom Winde abgelenkt werden.

Fig. 26.



Bei der cubischen Gradirung, wobei es darauf ankommt, auch in das Innere der Wand Soole zu leiten, läßt man dieselbe aus dem Soolkasten *a'* (Fig. 27) durch zwei verschieden lange Röhren mit Hahnvorrichtung *b'* und *c'* in ein verdecktes, durch eine Scheidewand in 2 Abtheilungen getheiltes Gerinne *d'* treten. Hier steigt die Soole in die Höhe, gelangt in die kurzen

Fig. 27.



Röhrenstücke *e'* und *f'* und aus diesen in die mit Kerben versehenen Tröpfelrinnen *g'* und *h'*. Erstere versehen das Innere, letztere das Aeußere einer halben Wand mit Soole, während die auf der anderen Seite des Gerinnes *a'* befindliche gleiche Vorrichtung die andere Hälfte der Dornenwand speist.

Durch die Hähne *b'* und *c'* kann man den Soolenabfluß genau reguliren, zu welchem Zwecke sich rings um den Hahn herum auf einer Scheibe eine Gradeintheilung befindet.

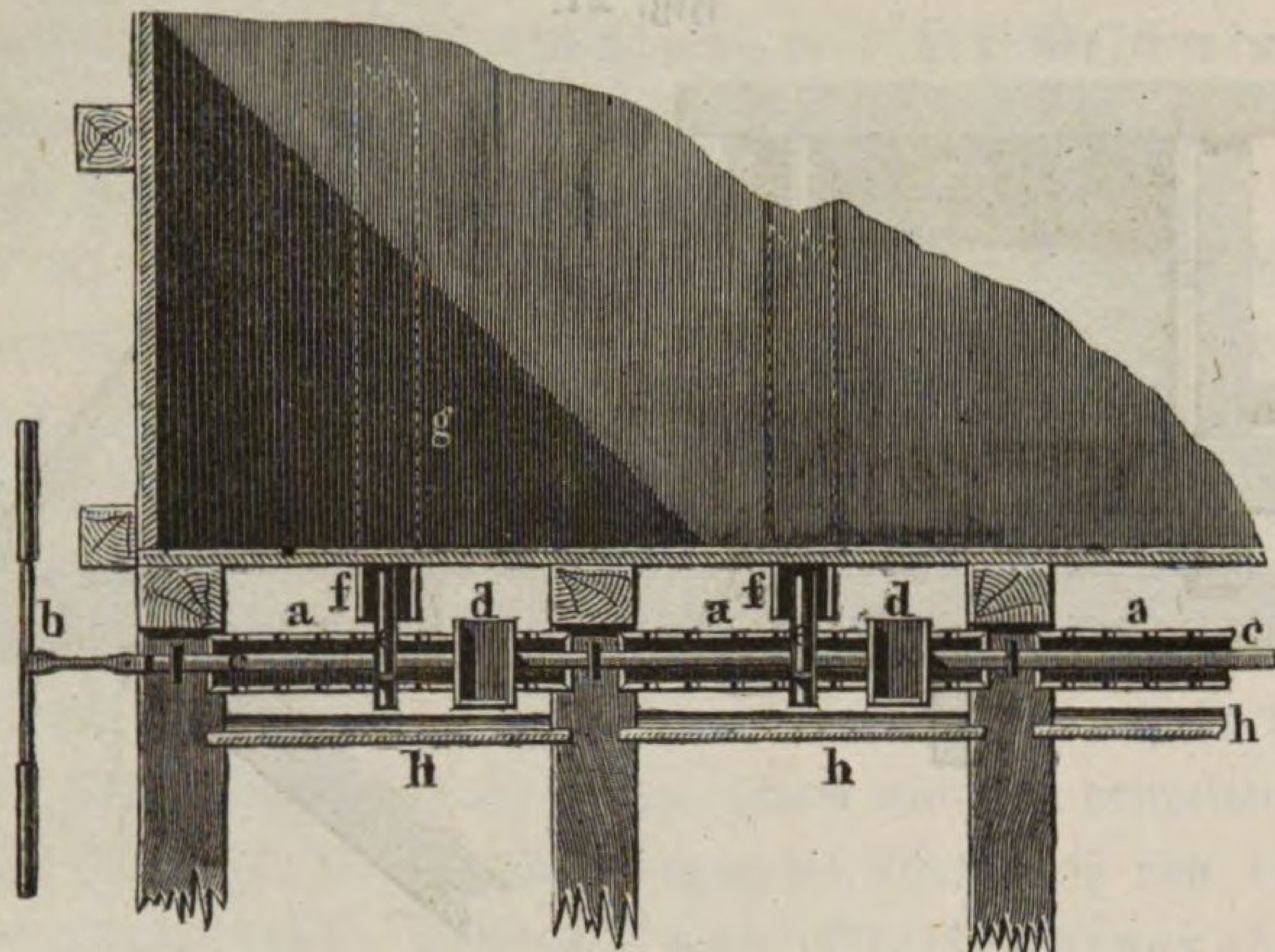
Auch kann man auf noch einfachere Weise bei einer Vorrichtung der ersten Art (Fig. 26) die aus den Hähnen *b'* tröpfelnde Soole durch kleine schräge Gerinne direct in die entfernteren Tröpfelrinnen leiten.

Bei zweiwandigen Gradirhäusern (Fig. 25) giebt man entweder jeder Wand eine Hauptsoolenleitung von der obigen Einrichtung, oder man legt eine Hauptsoolenleitung *n* zwischen beide Wände und speist die beiden halben Innenwände wie bei der obigen Vorrichtung durch Hähne und Gerinne, dagegen die beiden äußersten Halbwände durch horizontale Röhren *o*, welche mit der Hauptsoolenleitung *n* durch Zwischenröhren *p* communiciren. Durch Einstecken von Spunden *q* in letztere läßt sich die Soole in den Röhren *o* abstellen. Der Raum um die Soolenleitungen herum ist mit einem Geländer und Dielenboden versehen, um jederzeit bequem die Soolenhähne stellen zu können.

Um je nach der Richtung des Windes die Gradirung von der einen Dornenwand an die andere verlegen zu können, bedient man sich der Geschwind-

stellung (Fig. 28). Es befindet sich oberhalb der Tröpfelrinnen *a* eine an einem Hebelarm *b* hin und her schiebbare Latte *c*, auf welcher so viel kleine Kästchen *d* befestigt sind, als es Hähne *e* giebt. Soll an einer Wand gradirt werden, so stellt man die Latte *c* so, daß die Soole aus den Hähnen *e* in

Fig. 28.



die Tröpfelrinnen *a* fällt; will man das Gradiren hier unterbrechen und an die andere Dornenwandfläche verlegen, so giebt man der Latte *c* eine solche Stellung, daß die Soole aus den Hähnen *e* in die untergeschobenen Kästchen *d* tröpfelt. Aus denselben fließt sie in daran genau anschließende Rinnen *f* unterhalb des Soolenleitungskastens *g* weg in die Tröpfelrinnen an der anderen Seite und die Gradirung beginnt hier. *h* ist ein Schutzbrett vor den Tröpfelrinnen *a*, um ein Ablenken der Tropfen vom Winde zu verhüten. Zur Beaufsichtigung der Geschwindstellung befinden sich Gangbretter und eine Brüstung vor derselben. Die Hähne müssen der Stärke des Windes anpassend gestellt werden.

Gewöhnlich erreicht man die erforderliche Concentration der Soole, wenn deren Zufluß nicht zu sehr vermindert werden soll, nicht durch einmaliges Gradiren, sondern dasselbe muß mehrmals (bis 8 Mal) bis zur Siedewürdigkeit derselben wiederholt werden. Es enthalten dann die Gradirhäuser gewöhnlich mehrere Abtheilungen (Fälle), welche nach einander von der immer mehr und mehr sich anreichernden Soole passirt werden und an Flächeninhalt in dem Verhältniß abnehmen, in welchem das Volum der Soole sich beim vorhergehenden Fall vermindert hat. Gewöhnlich behält man für alle Fälle die gleiche Höhe bei und vermindert die Länge entsprechend. Man unterscheidet danach Soolen vom ersten oder zweiten Fall oder Mittelsoolen und die vom letzten Gradirfall erfolgenden Siede-, Gaar- oder Gutsoolen. Zu

Dürrenberg zeigt die 7,692=procentige Soole nach einmaligem Fallen 11,473, nach dem zweiten Fallen 16,108 und nach dem dritten Fallen 22 Proc. Salzgehalt.

Vorgänge beim Gradiren. Beim Durchgang der Soole durch die Dornenwände entweicht die freie und der Theil der gebundenen Kohlensäure, welcher unlösliche einfach kohlensaure Salze als doppeltkohlensaure löslich gemacht hat. In Folge dessen scheiden sich kohlensaure Kalk= und Talkerde, kohlensaures Eisen= und Manganoxydul nebst Spuren von Chlormetallen ab und überziehen die Dornen. Sobald die Soole eine gewisse Concentration erreicht hat, krystallisirt der seines Lösungswassers beraubte Gips aus und incrustirt gemeinschaftlich mit den obengenannten Salzen entweder die Dornen und bildet zumeist den Dornenstein, oder setzt sich als zarter Schlamm (Zunder, Sinter) im Soolenkasten ab. Während die kohlensauren Salze meist auf dem ersten Fall abgeschieden werden, findet dies beim Gips hauptsächlich auf den späteren Fällen Statt. Die Löslichkeit des Gipses in Wasser wird durch die Anwesenheit des Kochsalzes in Folge einer Umsetzung damit erhöht, nimmt aber mit der Zunahme des in Lösung befindlichen Kochsalzgehaltes ab, so daß beim Verdampfen einer mit Gips gesättigten schwachen Kochsalzlösung ein großer Theil des ersteren sich ausscheidet, ehe dies mit dem Kochsalz der Fall ist. Da jedoch von 100 Th. der gesättigten Kochsalzlösung 0,233 Th. Gips zurückgehalten werden und bei weiterer Verdampfung mit dem Kochsalz niederfallen, so zeigt alles aus gipshaltigen Soolen dargestellte Kochsalz einen Gipsgehalt. Nach Behne waren in 100 Grm. einer 5=procentigen, bei 18,75° C. mit Gips gesättigten reinen Kochsalzlösung 0,593 Grm. wasserfreie schwefelsaure Kalkerde und 0,750 Grm. Gips mit 2 Aeq. Wasser in Auflösung, in einer mit Gips gesättigten, 25 Proc. Kochsalz enthaltenden Lösung resp. 0,4713 und 0,596 Grm., wonach sich 1 Th. Gips löste in 133,33 Th. Kochsalzsoole von 5 Proc. und in 167,78 Proc. Soole von 25 Proc. Salzgehalt; wasserfreier schwefelsaurer Kalk entspricht den Zahlen 168,63 und 167,78. Schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium in den Salzsoolen erhöhen die Löslichkeit des Gipses etwas. Mischt man eine von Chlormagnesium und Chlorcalcium freie, aber gipshaltige Kochsalzlösung mit einer die ersteren beiden Chlormetalle enthaltenden, so scheidet sich der größte Theil Gips ab (Berg= und Hüttenmännische Ztg. 1867, S. 239). Durch Wachsen des Dornensteins wird der Luftzug in den Wänden und somit die Gradirung beeinträchtigt, weshalb von Zeit zu Zeit (etwa alle 5 bis 10 Jahre) eine Erneuerung der Dornenwand erforderlich wird. Man wechselt dabei die Dornen von oben nach unten aus und zwar niemals auf beiden Seiten zugleich, sondern in Zwischenräumen. Die Anreicherung der Soole auf den verschiedenen Fällen wächst in

einer abnehmenden Progression, d. h. je reicher die Soole wird, desto weniger Wasser verdunstet verhältnißmäßig.

Die rohe Soole zu Dürrenberg enthält im Cubikfuß 2,5 Pfd. Salz, welches sich nach dreimaligem Fallen anreichert zu 3,9; 5,6 und 8,0 Pfd. und es verdunsten daher auf 100 Pfd. Salz bei der dreimaligen Gradirung resp. 13,6; 8,1 und 5,3 Cubikfuß Wasser.

Zu Kösen wurden auf 4 Fällen auf einen Quadratfuß Dornenfläche verflüchtigt resp. 32,90; 26,15; 21,88 und 17,38 Cubikfuß Wasser bei einem Salzgehalt der zur Gradirung gegebenen Soolen von resp. 5,76; 8,44; 12,11 und 16,53 Proc. Aufs Gewicht und die unten angeführten Analysen gradirter Soolen bezogen, beträgt die Verdunstung von Wasser auf 100 Pfd. Salz (ohne Berücksichtigung des Salzverlustes und der Veränderung der Löthigkeit der Soole):

	Schönebeck.	Dürrenberg.	Kösen.
1. Fall...	293	324	976 Pfd.
2. „ ...	113	273	395 „
3. „ ...	90	158	228 „
4. „ ...	36	—	106 „
	532	754	1705 Pfd.

Gradirverlust. Beim Gradiren findet stets ein nicht unbedeutender Salzverlust (bis 20 Proc. und darüber) Statt, welcher dadurch entstehen kann, daß die Soolbehälter nicht dicht sind, daß bei starkem Winde Salztropfen weggeweht werden, daß mit dem verdunstenden Wasser immer Salztheilchen fortgehen und solche immer im Dornenstein eingeschlossen bleiben. Auf die Größe dieses Verlustes ist von Einfluß: die Höhe und Construction der Gradirhäuser, die Breite der Soolenschiffe und die Richtung und Stärke des Windes. Nach einem größeren Durchschnitt beträgt der Gradirverlust an Rohsalz in Procenten der ursprünglichen und der Siedesoole resp. zu Schönebeck 16,54 und 19,81, zu Dürrenberg 19,90 und 24,84, zu Kösen 22,58 und 28,99, zu Neusalzwerk 25,06 und 33,45 Proc.

Der Rohsalzverlust läßt sich dadurch ermitteln, daß man den Salzgehalt der gesammten Soole vor und nach der Gradirung ermittelt, auf ähnliche Weise der Flüssigkeitsverlust. Drückt man die erhaltenen beiden Differenzen in Procenten resp. vom Rohsalzgehalt der Soole und vom Volum der gradirten Soole aus und dividirt den Flüssigkeitsverlust durch den Rohsalzverlust, so giebt der erfolgende Quotient einen geeigneten Ausdruck zur Vergleichung des Nutzeffects der Gradirung, indem derselbe mit dem Wachsen des schädlichen Salzverlustes abnimmt und mit dem nützlichen Flüssigkeitsverlust wächst. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß der Quotient nicht sich auf reines Kochsalz, sondern auf Rohsalz bezieht, jedoch auf ersteres reducirt werden kann,

wenn man die Menge des im gesammten Rohsalzverlust einbegriffenen Dornensteins von ermittelter Zusammensetzung in Abzug bringt.

Je reicher die Soole wird, desto mehr steigt der Salzverlust und es tritt ein Punkt ein, wo derselbe den Vortheil einer weiteren Soolenconcentration aufhebt, und es hängt neben dem Preise des Brennmaterials hauptsächlich von diesem Verluste ab, bis zu welchem Punkte man die Soole anreichern soll. Gewöhnlich geht man nicht über 25 Proc.; meist wird die Soole nur bis 20 Proc., zuweilen nur bis 15 Proc. angereichert.

Leistung der Gradirwerke. Zur Beurtheilung der Leistung der Gradirhäuser berechnet man, wie viel Wasser 1 Quadratfuß oder Quadratmeter Aufriß der Dornenwand — einerlei, ob das Gradirhaus ein- oder zweiwandig — in einem Durchschnitt von mehreren, gewöhnlich 10 Jahren verdunstet hat und bis zu welchem Grade die Soole angereichert ist, wie folgende Uebersicht ergiebt:

	Rohsoole.	Siedesoole.	1 Quadrm. Dornenwand verdunstete Cubikm. Wasser.
Schönebeck	12,06 Proc.	25,00 Proc.	7,23
Neusalzwerk	10,13 „	20,95 „	5,55
Dürrenberg	8,39 „	23,00 „	8,83
Kösen	5,05 „	25,40 „	11,40
Königsborn	4,47 „	16,22 „	8,42

Einflüsse beim Gradiren. Von wesentlichem Einfluß auf den Erfolg des Gradirens ist:

a) die Lage der Gradirhäuser, welche eine möglichst hohe und freie sein muß. Die Häuser müssen mit ihren langen Seiten gegen die Himmelsgegend gekehrt werden, woher die besten Gradirwinde, bei uns östliche oder südöstliche, kommen. Kopfwinde, welche den langen Flächen der Gradirhäuser parallel wehen, leisten wenig. Sind mehrere Häuser erforderlich, so muß man sie möglichst in einer Reihe bauen, damit sich nicht mehrere Wände decken.

Gleichzeitig äußern einen verschiedenen Einfluß die Höhe und Böschung der Gradirwände, sowie die Neigung der Dornen und ihr Lockerheitszustand;

b) die Betröpfelungsart und die richtige Reihenfolge der Gradirarbeiten;

c) die Beschaffenheit der zu gradirenden Soole und der zu erzielende Concentrationszustand derselben;

d) die Witterung, namentlich die Temperatur, Dichte und Feuchtigkeit der Luft, sowie der Wind, dessen Direction durch kleine Windfahnen angezeigt wird. Die besten Gradirwinde sind hier, wie bemerkt, östliche und südöstliche, Westwinde die schlechtesten. Bei schwachem Winde gradirt man bei dopelten Dornenwänden

an allen vier Flächen und öffnet alle vier Hahnreihen; wird derselbe stärker, so öffnet man je nach dessen Stärke die dritte, zweite und erste Hahnreihe, und zwar von der Seite, wo der Wind herkommt, abwärts gerechnet. Bei sehr starkem Winde, sowie bei anhaltendem Regen und einer Temperatur unter + 5° gradirt man gar nicht. Im Winter vermeidet man das Gradiren, weil sich aus der Soole bei eintretendem Frost schwefelsaures Natron ausscheidet, zu dessen Erzeugung Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia hauptsächlich das Material liefern. Es entsteht also einmal Verlust an Kochsalz, dann wächst der Gehalt an Chlormagnesium, wodurch demnächst das Sieden und die Ausscheidung des Kochsalzes erschwert wird. Bei Anwendung von erhöhter Temperatur setzen sich die Salze nicht zu ihrer ursprünglichen Gestalt wieder um. Bei einem Salzgehalt unter 15 Proc. tritt bei Frost obige Reaction nicht ein.

Zu einer Wintergradirung kann jedoch der Mangel an Siedesoolenreservoirs und geringer Gehalt der Soolen Veranlassung werden (Königsborn).

Warme Nächte und stille Luft, Morgen- und Abendnebel, sowie kalte Nächte geben so ungünstige Resultate beim Gradiren, daß man dasselbe zu solchen Zeiten am zweckmäßigsten einstellt. Zu Dürrenberg wurden z. B. im Jahre 1857 pro Quadratfuß Dornenwandfläche bei der Dorngradirung 29,556 Cubikfuß und bei der Dachgradirung pro Quadratfuß Dachfläche 0,815 Cubikfuß verflüchtigt; im Jahre 1858, wo die Witterung regnerischer und die Temperatur um 1,179° niedriger war, nur resp. 25,510 und 0,278 Cubikfuß.

Die günstigsten Monate zum Gradiren sind Mai bis August, und man kann etwa nur 200 bis 260 Tage im Jahre gradiren.

Man macht auf den Salinen meist regelmäßige Wetterbeobachtungen und gelangt dadurch zu Durchschnittszahlen, welche Vergleichungen des Erfolges beim Gradiren in den verschiedenen Jahren zulassen. Man beobachtet die Temperatur, die Regenmenge, die Dunstsättigung der Atmosphäre, das Verhältniß der Verdunstung zu Regen, die Windrichtung u. dgl. m. und hat wohl auf dem Gradirhause ein Observationszimmer, worin sich ein Tisch mit einer Windrose befindet und in deren Mitte die Fahne mit dem Zeiger.

G. Karsten hat hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gradirwerken berechnet (Karsten's Archiv, 2 R., XXI. 49).

Durch Erbohren von Steinsalzlagern und Zuführung von Wasser in dieselben behuf Erzielung gesättigter Soolen kommt das Gradiren der Soole immer mehr und mehr außer Anwendung, zumal dasselbe kostspielig und unsicher in seinen Erfolgen ist und nicht unbedeutende Salzverluste herbeiführt.

Producte vom Gradiren. Es erfolgen:

a) Siedesoole, Gutsoole mit 17 bis 26 Proc. Salzgehalt. Dieselbe wird in gemauerten oder hölzernen Behältern, gegen Frost geschützt, aufbewahrt,

welche entweder über der Erde aufgestellt oder in dieselbe eingelassen und mit einem Dache versehen sind. Auf denselben nimmt man zuweilen, wie bereits angeführt, Gradirung vor (Dürrenberg). Damit die Behälter nicht rinnen, bringt man sowohl bei hölzernen als gemauerten eine Thonfüllung hinter den Wänden an und stampft auch unter dem Boden Thon fest. Die Soolen werden hier für den Winter aufbewahrt und alsdann den Salinen in Röhrenfahrten zugeleitet, da man nur, wo es irgend angeht, in der besseren Jahreszeit gradirt und im Winter siedet.

Es enthalten z. B. die gradirten Siedesoolen von Schönebeck 24½, Dürrenberg 24 Proc., Colberg 14 bis 15 Proc., Kösen 26 Proc., Königsbronn 17 Proc., Nauheim 16,47 Proc. Rohsalz.

Heine hat die Veränderungen, welche die Kochsalzsoolen beim Gradiren auf den verschiedenen Fällen erleiden, sowie auch die Zusammensetzung der entsprechenden Dornensteine analytisch verfolgt; da aber, wie bereits (S. 9) bemerkt, verschiedene Salze in gemeinschaftlicher Auflösung mannigfache Wechselzersetzungen erleiden, so kann die Zusammenordnung der einzelnen Bestandtheile eine willkürliche sein (Behne l. c. S. 142). Die hierunter angeführten Analysen geben die muthmaßliche Zusammensetzung bei höheren Temperaturgraden an.

Analysen von gradirten Siedesoolen.

	Chlornatrium.	Chlorkalium.	Chlormagnesium.	Schwefelsaure Kalkerde.	Schwefelsaure Magnesia.	Schwefelsaures Kali.	Schwefelsaures Natron.	Kohlensaure Kalkerde.	Kieselsäure.
1	15,48	—	0,14	0,49	0,11	0,23	—	—	—
2	19,09	—	0,15	0,46	0,23	0,28	—	—	—
3	23,54	—	0,19	0,38	0,23	0,36	—	—	—
4	25,16	—	0,63	0,17	0,61	0,55	—	—	—
5	8,52	—	—	0,54	0,22	0,06	0,05	0,01	—
6	13,17	—	—	0,55	0,32	0,07	0,07	Spur	—
7	19,89	—	—	0,38	0,46	0,10	0,15	Spur	—
8	25,81	—	—	0,24	0,63	0,16	0,14	—	—
9	10,57	—	—	0,61	0,06	0,08	—	Spur	—
10	15,74	—	—	0,58	0,08	0,14	—	Spur	—
11	21,98	—	—	0,47	0,16	0,16	—	0,01	0,019
12	22,446	—	0,353	0,373	0,235	0,303	—	—	—
13	18,407	—	—	0,197	0,814	0,261	0,447	—	0,010
14	12,636	—	—	0,277	0,752	0,102	1,208	—	—

1 bis 4) Schönebeck, erster bis vierter Fall. 5 bis 8) Kösen, erster bis vierter Fall. 9 bis 11) Dürrenberg, erster bis dritter Fall. 12) Artern, gradirte Salzthalssoole. 13) Kötschau, letzter Fall. 14) Teuditz, letzter Fall.

b) Dornenstein, je nach den Bestandtheilen der Soole und den Fällen,

bei welchen er sich ausscheidet, verschieden zusammengesetzt; im Wesentlichen schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk mit kohlensaurer Magnesia, kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul und Spuren von Chlormetallen. Derselbe bildet eine graulichweiße, mehr oder weniger krystallinische Incrustation auf den Dornen und giebt dann abgeklopft und gesiebt Düngegips, wegen des Kaligehaltes sehr wirksam.

Die Dornensteine von den letzten Fällen sind reicher an gewässertem Gips, als die von den ersten.

Die Thonerde möchte in den Dornensteinen theilweise als Alaun vorhanden sein, theilweise kommt sie aber nicht als Salz vor (Schönebeck). Der Schönebecker Dornenstein auf dem ersten Gradirfall ist sehr dünnschalig, versteinert die Dornen wenig und letztere werden nur durch Verfaulen unbrauchbar.

Analysen von Dornenstein nach Heine.

	Schwefels. Kalkerde.	Schwefels. Thonerde.	Schwefels. Kali.	Schwefels. Natron.	Kohlensaure Kalkerde	Kohlensaure Talkerde.	Chlorkalium.	Chlornatrium.	Eisenoxyd.	Thonerde.	Kieselerde.
1	3,540	—	0,904	2,286	83,166	1,745	—	2,957	2,104	0,499	2,499
2	95,322	—	0,756	0,087	1,497	0,275	—	1,669	0,094 (Eisenoxyd und Thonerde)		0,300
3	96,138	—	0,592	0,346	0,924	0,204	—	1,350	0,077 (Eisenoxyd und Thonerde)		0,324
4	93,628	—	0,598	—	1,350	0,492	1,943	0,974	0,396 (Eisenoxyd und Thonerde)		0,619
5	97,444	0,555	0,586	0,197	9,612	0,125	—	0,155	0,136	—	0,190
6	97,977	0,280	0,681	0,149	0,332	0,065	—	0,222	0,085	—	0,209
7	98,748	—	0,398	—	0,113	0,084	—	0,438	—	—	0,219
				Chlormagnesium.		Gebund. Wasser.					
8	75,03	—	0,07	—	3,41	20,39	0,48	0,20	—	0,15	0,27
9	77,57	—	0,12	—	0,60	20,92	—	0,22	—	0,11	0,43
10	76,72	—	0,24	0,10	0,54	20,91	0,27	0,83	—	0,07	0,15
11	75,32	—	0,16	0,12	0,47	20,67	—	2,11	—	0,06	0,23
12	—	—	—	—	94,31	1,35	—	—	—	2,43	1,91
13	—	—	—	—	98,82	0,12	—	—	—	0,12	0,14

1 bis 3) Dornenstein von Schönebeck vom ersten, zweiten und dritten Fall. 4) von Artern. 5 bis 7) von Dürrenberg vom ersten, zweiten und dritten Fall. 8 bis 11) von Kösen vom ersten, zweiten, dritten und vierten Fall. 12) von Werl. 13) von Nauheim.

c) Schlamm aus dem Soolkasten, dieselben Bestandtheile, wie der Dornenstein enthaltend, zuweilen mit einer zähen, grauen Masse voller Blasen, welche beinahe ganz aus lebenden, reines Sauerstoffgas in Menge abscheidenden Infusorien gebildet ist.

Beispiele für die Erfolge beim Gradiren.

1) Auf dem Gradirwerke Elmen der Saline Schönebeck sind in einem Jahre in 4889 Stunden wirklicher Betriebszeit 11791697 Cubikfuß 7,221-

pfündiger Soole mit 21287 Last à 40 Ctnr. Rohsalz auf 3 Fällen gradirt und dabei erhalten: 5814165 Cubikfuß 14,201-pfündige Soole mit 20642 Last Rohsalz. Die Verflüchtigung auf 1 Quadratfuß einseitiger Dornenwandfläche hat 24 Cubikfuß, der Verlust an Rohsalz 3,03 Proc. betragen. Regenhöhe in der Gradirperiode 131,5 Linien, mittlere Temperatur in der Gradirperiode 9,77° R. (12,21° C.), Dunstsättigung der Atmosphäre 79,99 Proc., Verhältniß der Verdunstung im freistehenden Behälter zum Regen 1 : 0,32. Man hat im Durchschnitt jährlich nur 258 günstige Gradirtage.

Das Gradirwerk hat 5817 Fuß (fast 1/4 Meile) Länge, 42 bis 52 Fuß hohe Dornenwände und eine wirksame Dornenfläche von 275000 Quadratfuß. Durchschnittlich verdunstete der Quadratfuß Dornenwand in 21 Jahren 16129 Cubikfuß Wasser. Die zur Aufnahme der Siedesoole vorhandenen acht Behälter fassen 2421720 Cubikfuß davon.

2) Die Saline Dürrenberg hat ein 5800 Fuß langes Gradirgebäude mit 165300 Quadratfuß Dornenfläche, ferner 83000 Quadratfuß Dachfläche zum Gradiren.

Im einem Jahre empfing die Dorngradirung 7735580 Cubikfuß 6,048-pfündige Soole mit 11697 Lasten Rohsalz und ergab 2797200 Cubikfuß 13,745-pfündige Siedesoole mit 9614 Last Rohsalz auf 3 Fällen, mithin Gradirverlust 17,808 Proc. Auf 1 Quadratfuß einseitiger Dornenwandfläche betrug die Verflüchtigung 29,875 Cubikfuß. Die Gradirung war 3453 Stunden in wirklichem Betriebe. Temperatur in der Gradirperiode 8,368° R. (10,46° C.), Regenhöhe 123 2/8 Linien, Dunstsättigung der Atmosphäre 80,102 Proc. und Verhältniß der Verdunstung zu Regen 1 : 0,418.

Durch die auf dem Verdecke der Siedesoolenreservoirs befindliche Dachgradirung mit 87340 Quadratfuß Fläche sind in 1376 Betriebsstunden 997140 Cubikfuß 14,457-pfündige Speisesoole bis zu einem Gehalte von 15,322 Pfund concentrirt. Auf 1 Quadratfuß Dachfläche verdunsteten in der angegebenen Betriebszeit 0,677 Cubikfuß Wasser. Man erhielt bei beiden Gradirungen zusammen 2739590 Cubikfuß 14,029-pfündige Soole mit 9609 Last Rohsalz. Es kann in Dürrenberg durchschnittlich 207 Tage gradirt werden. Es wurden jährlich etwa 3596561 Cubikfuß Wasser verdunstet.

IV. Das Versieden der Soole auf Kochsalz.

Siedemethoden. Nur in Klimaten, deren Witterungsverhältnisse der Verdampfung günstig sind, läßt sich Salz (Sonnensalz) durch bloße Einwirkung von Luft und Sonne aus Soolen abscheiden (S. 95). Meist ist man gezwungen, schwache Soolen durch atmosphärische Einflüsse bis zu einem gewissen

Grade zu concentriren (zu gradiren) und dann die concentrirte Soole durch Feuer weiter zu verdampfen. Weil das Kochsalz bei höherer Temperatur nur wenig löslicher ist als bei niedrigerer, so läßt sich dasselbe aus seinen heißen, gesättigten Lösungen nicht durch Abkühlung ausscheiden, sondern es bedarf dazu einer weiteren Verdampfung des Wassers aus der gesättigten Soole, wobei man zur Vermeidung einer Abkühlung den Zutritt der Luft zur siedenden Oberfläche möglichst ausschließt und die Dämpfe so rasch als möglich dahin ableitet, wo ihre Verdichtung zu Wasser kein Zurückfließen desselben in die Siedepfanne zuläßt.

Ein ganz ungewöhnliches Verfahren der Salzausscheidung findet zu Moutiers in Savoyen Statt, wo man die gradirte Soole bis zur Sättigung eindampft, dann heiß in einen Behälter auf einem mit Stricken statt Dornen versehenen Gradirhaus schafft und aus diesem an den senkrecht herabhängenden Hanfseilen herunterfließen läßt. Hierbei verdampft Wasser, die Seile überziehen sich mit einer Salzkruste und das in das darunter befindliche Reservoir Gelangende wird so lange (bis 16 Mal) derselben Operation übergeben, bis das auskrystallisirende Kochsalz zu unrein wird. Man führt dieses Verfahren nur im Sommer bei günstiger Witterung aus und sammelt die von den Seilen abgeschlagene Salzkruste von etwa 0,1 Meter Dicke jährlich zweimal. 4 Siedepfannen erfordern 100000 Meter Seillängen.

Siedewerke. Das Versieden der Soolen, welches neben Gewinnung des Kochsalzes in fester Form durch Krystallisation die Abscheidung des größten Theils der fremden Beimengungen bezweckt, geschieht, um die Abkühlung von außen zu vermeiden, in geschlossenen Räumen von Gebäuden, welche man in Süddeutschland Sud- oder Siedehäuser, in Norddeutschland Soden oder Salzkoten (nicht Kothen, aus coctura abgeleitet) nennt. Zweckentsprechende Solidität der Siedehäuser und Feuersicherheit der Anlage muß mit zweckmäßiger Disposition der Betriebsräume verbunden sein, um möglichst an Transportkosten zu sparen und die Arbeitsleistung genügend auszunutzen. Die Siedepfannen mit den Ableckbühnen legt man etwa in dieselbe Höhe des Stockes und darüber, so daß beim Transport des Salzes nach oben behuf des Trocknens der zu machende Weg etwa die halbe Höhe des Magazinraumes beträgt, welcher letztere auf ebener Erde liegt. Große später zu erwähnende Vortheile gewährt die Einrichtung der englischen Siedewerke, bei welcher in einem Gebäude eine größere Anzahl von Siedepfannen zusammenliegt, diese mit den Trockenpfannen in nahe Verbindung gebracht sind und besondere Trauf- oder Ableckbühnen sich neben den Siedepfannen befinden, gegenüber der noch auf den meisten deutschen Werken befindlichen Einrichtung, daß man in ein Gebäude nur zwei Siedepfannen und diese wohl noch durch dazwischen gelegte Trockenpfannen

weit von einander legt und das Salz statt auf besondere Traufbühnen auf den unteren Theil der Brodenfänge ausschlägt, was sehr starke Constructionen der betreffenden Theile erfordert.

Reine und concentrirte Soolen werden aus den Soolreservoirs in die Pfannen geleitet, der Zufluß so regulirt, daß das Flüssigkeitsniveau in denselben während der ganzen Dauer der Siedecampagne constant bleibt (österreichisches und steiermärkisches Salzkammergut), und gleich auf Salz versotten (das Soggen); es scheiden sich dabei die geringen Mengen fremder Bestandtheile theils als Pfannenstein, theils mit dem Salze ab (z. B. auf den würtembergischen Salinen). Unreinere und nicht concentrirte Soolen, wie sie im Gegensatz zu den gesättigten Sinkwerks- und Bohrlochssoolen von Gradirwerken erfolgen, werden vor dem Soggen unter mehrmaligem Nachfüllen (Nachschlagen) von frischer Soole erst längere Zeit gekocht (das Stören oder Stöhren), um fremde Stoffe auszuscheiden und die Soole zu concentriren.

Chemische Vorgänge beim Salzsieden. Die Ausscheidung des Salzes tritt erst dann ein, wenn die gesättigte Soole durch Verdampfung von Wasser ihres Lösungsmittels beraubt wird. Nach Bischof's Untersuchungen bleibt das Verhältniß der Verdunstungsfähigkeit*) der Kochsalzlösungen von 7,5 bis 90° C. in allen Temperaturen gleich, was aber Senff nicht bestätigt gefunden hat. Bei wachsendem Salzgehalt nimmt die Wärmecapacität der Kochsalzlösungen ab, dagegen ihre Wärmeleitungsfähigkeit zu, wie nachstehende Tabelle von Karsten zeigt, welcher die Wärmecapacität und Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers = 1 zum Grunde liegt:

Kochsalz. Proc.	Wärmecapacität.	Wärmeleitungsfähigkeit.
0	1	1
5	0,9707	1,0302
10	0,9408	1,0629
15	0,9102	1,0987
20	0,8784	1,1384
25	0,8453	1,1830

Wenngleich, wie bereits (S. 9) bemerkt, die Ansichten über die Art und Weise der Zusammengruppirung der Soolenbestandtheile getheilt sind, so scheiden sie sich doch, was für die Praxis wichtig ist, beim Verdampfen der Soole in einer gewissen Reihenfolge ab, welche nach der Zusammensetzung der Soole variirt und in allen ihren Verhältnissen auch noch nicht vollständig erforscht ist. Wie

*) Karsten's Archiv, 2. R., 8, 3; 9, 188.

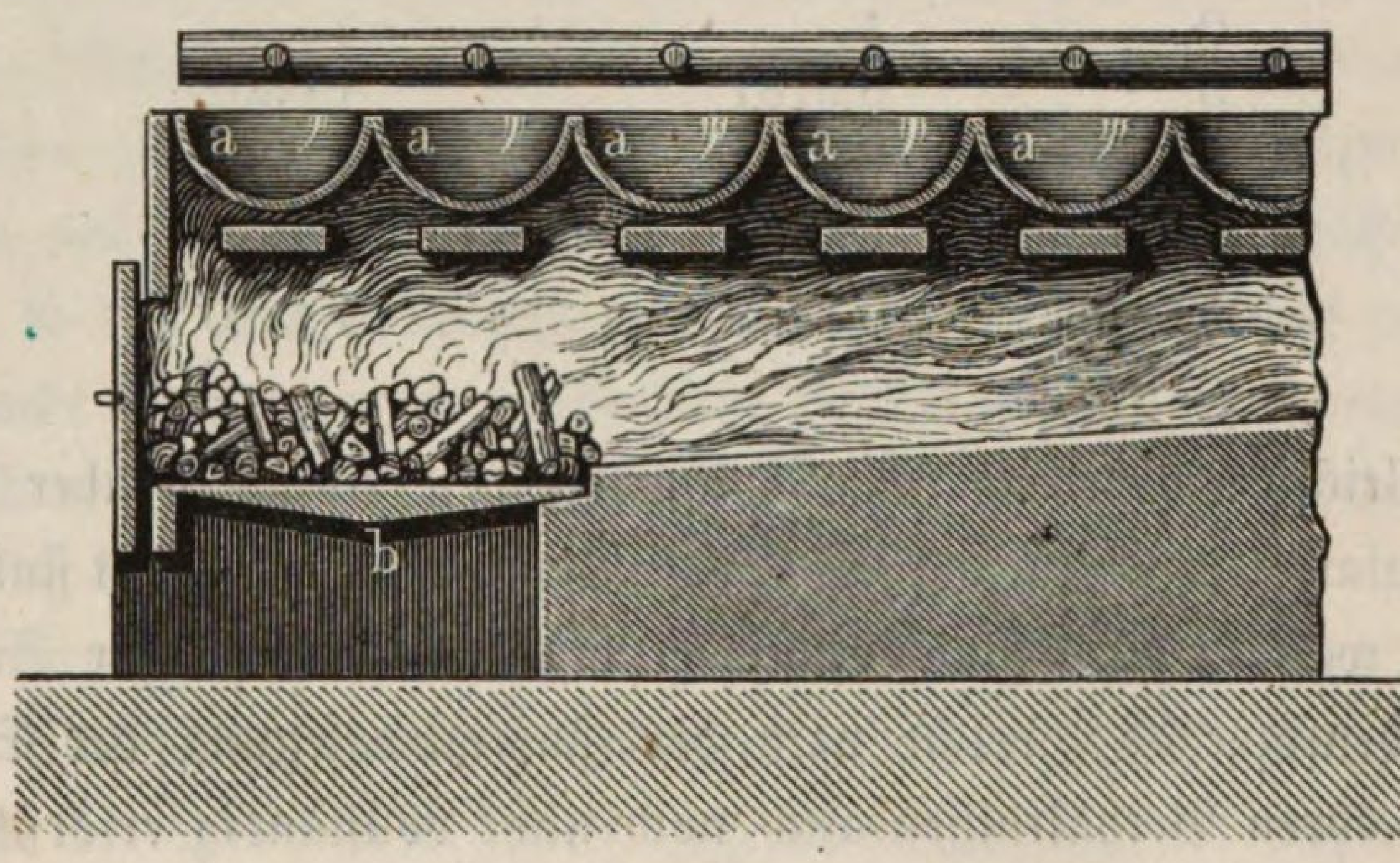
man weiß, werden zunächst die doppeltkohlensauren Salze unter Verflüchtigung von Kohlensäure in unlösliche Carbonate verwandelt; dann scheidet sich eine der Menge des verdampfenden Wassers und den Veränderungen ihrer Löslichkeit in Folge wechselnder Umstände entsprechende Quantität Gips ab, welcher mit dem Concentrirterwerden der Lösung um so löslicher wird. Ist die Soole dann gesättigt, so scheidet sich Kochsalz nebst etwas Gips und einem unlöslichen Doppelsalz von schwefelsaurer Kalkerde und schwefelsaurem Natron aus, und zwar so lange, bis die Mutterlauge mit einem oder mehreren der vorhandenen Salze gesättigt ist, wo dann die Absonderung auch dieser beginnt. Von dem Verhalten der nun weiter eingedampften Mutterlauge wird später die Rede sein. Ein größerer Gehalt an Chlormagnesium kann diesen regelmäßigen Verlauf der Verdampfung durch Bildung einer Salzhaut stören (S. 21). Dampft man eine schwefelsaures Natron und Chlorcalcium enthaltende Lösung ab, so scheidet sich zunächst Gips aus, und zwar wird die Lösung ganz frei von Kalk und Schwefelsäure und nur kochsalzhaltig, wenn erstere beiden in solchem Verhältnisse vorkommen, daß sie sich vollständig binden. Bleibt Kalk überschüssig, so wird die Lösung schwefelsäurefrei und chlorcalciumhaltig, bleibt Schwefelsäure im Ueberschuß, so wird sie kalkfrei und neben Chlornatrium ist schwefelsaures Natron vorhanden.

A. Siedevorrichtungen.

Eine Siedevorrichtung kann im Wesentlichen folgende Theile enthalten:

1) **Kessel von Gußeisen.** Dieselben kommen nur noch selten in Anwendung, z. B. in den Salinen des Saginawthales (Michigan)*), wo 50 bis 70 Stück *a* (Fig. 29 u. 30) von 1,2 Meter Durchmesser und 0,6 Meter Höhe in einer doppelten Reihe und auf dem Roste *b* mit Holz befeuert werden.

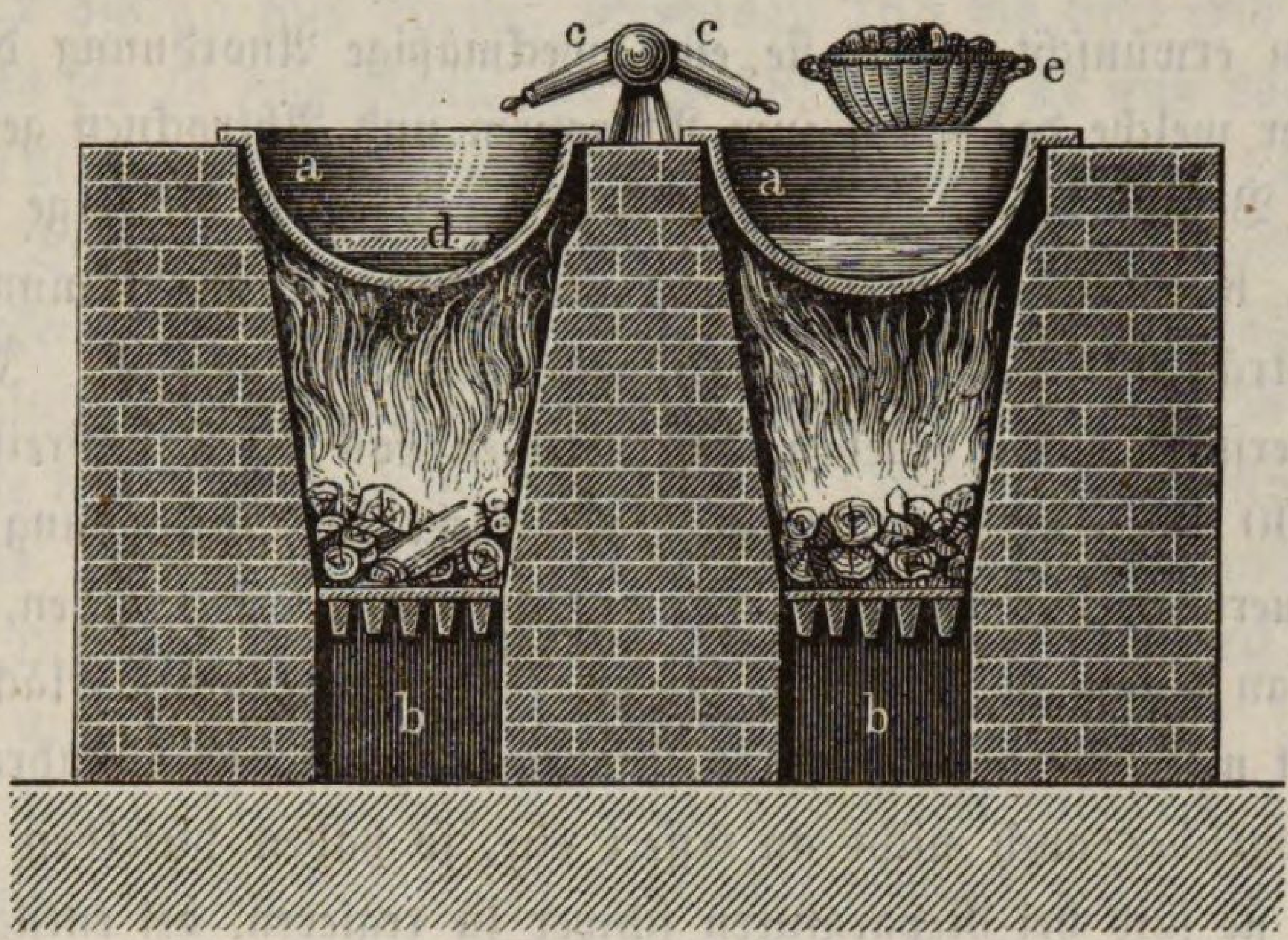
Fig. 29.



*) Berg- und Hüttenm. Ztg. 1867, S. 254.

Von einer doppelten Röhrenleitung *c* liefert die eine Röhre Wasser, die andere Bohrlochsoole. In die gefüllten Kessel wird eine 0,45 Meter im Durchmesser haltende Pfanne *d* mit schmalem Rande zur Aufnahme des Gipses eingesenkt. Man dampft die Soole so weit ein, daß das Salz eben noch mit Mutterlauge

Fig. 30.



bedeckt ist, worauf man dasselbe in Körbe *e* schöpft, den größten Theil Lauge ausschlägt, den Rest mit Wasser verdünnt, wieder ausschlägt, etwas neue Soole einfüllt und nach einiger Zeit den Kessel völlig füllt. Durch dieses vorsichtige Verfahren wirkt man einem Springen des Kessels entgegen. Das abgetropfte Salz wird nach 14 Tagen verpackt und in den Handel gegeben. Die Productionskosten pro Faß à 127 Kilogr. betragen 1,84 Dollar.

2) **Siedepfannen**, welche jetzt fast allgemein an die Stelle der Kessel getreten sind.

a) Hinsichtlich der Gestalt kommen r u n d e, h a l b r u n d e, h u f e i s e n f ö r m i g e und v i e r s e i t i g e Pfannen vor. Erstere, die ältere Construction, wie sie noch in Holland, zu Hallstadt, Aussee, Hallein, Frauenreut bei Berchtesgaden ꝛc. vorkommt, besitzt im Verhältniß zur Bodenfläche den geringsten Umfang, es läßt sich um die Pfanne ganz herum gehen und dieselbe stets ganz übersehen, was für die Bearbeitung bequem ist. Dagegen ist es unmöglich, bei dieser Construction ein zweckmäßiges und wohlfeiles Dach über der Pfanne anzubringen, und der Pfannenhausraum läßt keine für den Betrieb zweckmäßige Einrichtung zu, weshalb meist die dafür passendere quadratische oder oblonge Pfannenform gewählt wird.

Damit die Arbeiten in der Pfanne bequem vorgenommen werden können, darf deren Breite nicht zu groß sein, in Folge dessen zur Erlangung größerer

Bodenflächen die längliche Form der quadratischen vorzuziehen ist. Wird das Verhältniß zwischen Breite und Länge größer als 1 : 1,5, so kann sich der Heizeffect verringern und bei der verschiedenen Temperatur an beiden Pfannenenden Salz von verschiedenem Korne entstehen. Namentlich bei Pfannen mit Circulirfeuerung darf die Länge nicht zu bedeutend sein.

Nach früher zu Artern gemachten Erfahrungen sind größere Längen bei Siedepfannen erwünscht, weil sie eine zweckmäßige Anordnung der Laden gestatten, hinter welche das Salz zum Abtropfen und Abtrocknen geschüttet wird.

b) In Betreff der Größe der Pfannen wird diejenige die vortheilhafteste sein, bei welcher mit dem geringsten Aufwand an Brennmaterial, Zeit und Arbeitskräften reines und lagerungsfähiges Salz erfolgt. In Schönebeck angestellte Versuche haben ergeben, daß Pfannen von 26 Fuß Breite und Länge, also von 600 bis 700 Quadratfuß Bodenfläche bei Anwendung einer zweckmäßigen Feuerung (Circulirheerd) den vorzüglichsten Effect geben, daß man sie aber, ohne an Effect zu verlieren, bis zu 1000 Quadratfuß Fläche vergrößern kann. Büßt man bei noch größeren Pfannen von 1200 Quadratfuß Bodenfläche und darüber auch nicht an Effect ein, so haben dieselben doch mehrere Uebelstände, sie sind bei Reparaturen schwer zu regieren, bei entstehenden Lecken während des Siedens gefährlich, erfordern zur ordnungsmäßigen Bedienung mehr Mannschaft, und es wird den Siedern sehr beschwerlich, mit ihren Werkzeugen zum Reinigen der Soole und zum Anziehen der Niederschläge die Mitte zu erreichen. Zu lange Pfannen lassen kein gleichmäßiges Kochen der Soole an allen Punkten zu und zu breite erschweren die Arbeit der Sieder. Während man zu Schönebeck bei Pfannen von 26 Fuß Länge und Breite 123,5 Cubikfuß Holz für eine Last Salz von 40 Ctnr. verbrauchte, waren dazu bei kleineren Pfannen von 17 Fuß Länge und 26 Fuß Breite 128,7 Cubikfuß erforderlich.

Kleine Pfannen haben bei einem größeren Brennmaterialaufwand zwar ein größeres Salzausbringen, aber das Siedeproduct ist nicht von derselben Güte, wie aus größeren Pfannen. Zu Wimpfen hat man die äußerste Grenze mit der Größe des Pfannenbodens von 1557, zu Königsborn von 1560 Quadratfuß erreicht.

Es kommen aber, namentlich auf den österreichischen Salinen, Pfannen mit über 3000 Quadratfuß Bodenfläche vor, jedoch nur in Folge eigenthümlicher Localverhältnisse (reine, reiche Soole).

Nach Behne soll die Größe der Pfannen nicht unter 45 und nicht über 100 Quadratmeter betragen, weil bei kleineren Pfannen Brennmaterialconsum und Arbeitsverhältnisse ungünstig werden, bei größeren wegen größeren Gewichts Reparaturen derselben und des Heerdraumes schwieriger sind. Die Tiefe hat 0,30 bis 0,40 Meter zu betragen bei 0,25 bis 0,35 Meter Soolhöhe, wenn man ein lockeres, nicht schweres feinkörniges Salz erzielen will. Bei höherem

Soolstand wird mehr Brennstoff consumirt und es entsteht grobwürfeliges schweres Salz.

Größe der Pfannen auf einigen Salinen: die Größe der oblongen Soggepfannen variirt von 335 Quadratfuß (Dürrheim) bis 500, 900, 1000, 1200, 1500, 1800 (Ischl); Wimpfen 717 bis 1557 Quadratfuß bei 38 bis 65 Fuß Länge und 22 bis 25 Fuß Breite; Rappenau 768 bis 960 und 1232 Quadratfuß bei 24 bis 28 Fuß Breite, 32 bis 38, 40 und 44 Fuß Länge; Schwäbisch Hall 1120 bis 1650 Quadratfuß bei 36½ bis 50 Fuß Länge und 29 bis 33 Fuß Breite; Salinen im Salzkammergut (Hallein, Hallstadt, Ischl, Ebensee, Aussee) 736 (kleinere tyroler Pfanne zu Aussee) bis 3326 Quadratfuß; die länglich runde Pfanne in Hallstadt hat 2392, die runde in Frauenreuth 2028 und die hufeisenförmige in Aussee 2508 Quadratfuß; westphälische Salinen 864 bis 1560 Quadratfuß mit 36 bis 60 Fuß Länge und 23 bis 26 Fuß Breite. Die Tiefe der Sogge- und Vorwärmpfannen wechselt zwischen 13 und 15 Zoll und steigt bei den Störpfannen bis auf 17 Zoll.

c) Die Herstellung der Pfannen geschieht entweder ganz, sowohl des Bodens als auch der Borde, aus mehr oder weniger großen Eisenblechtafeln oder aus zusammengeschrobenen gußeisernen flachen Kästen, oder man macht die Borde aus Gußeisen oder Holz, während der Boden aus Eisenblech besteht. Auch sind wohl gemauerte Pfannen in Anwendung gekommen.

α) Schmiedeeiserne Pfannen*). Seltener mit der Hand (Schwäbisch Hall), als mit Lochmaschinen werden die 5 bis 6 Millimeter dicken Blechtafeln gelocht, der Breite derselben nach zu Streifen zusammengenietet und aus diesen Streifen der Pfannenboden so zusammengesetzt, daß die Nietreihen der Länge nach nicht zusammenstoßen. Man wendet die Niete entweder kalt oder weit besser im vorher erwärmten Zustande an, damit die Blechplatten recht dicht auf einander gedrückt werden. Zu Wimpfen halten z. B. die Bleche 2½ Fuß im Quadrat; zu Schwäbisch Hall sind sie 18 Zoll lang, 22 Zoll breit und 3 Linien dick.

Im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergut waren die Pfannen früher aus einfachen und über dem Feuer aus doppelten Eisenblechen, welche an den Ecken und Stößen drei- und vierfach über einander lagen, schindelartig zusammengesetzt und mußten mit Kalkbrei verschmiert werden, um sie in den Fugen wasserdicht zu machen. Seit etwa 1854 führte v. Plentzner die nach Art der Dampfkesselbleche vernieteten, aus einfachen Blechen bestehenden Pfannen ein, deren dünner kittfreier Boden die Production bei vermindertem Brennma-

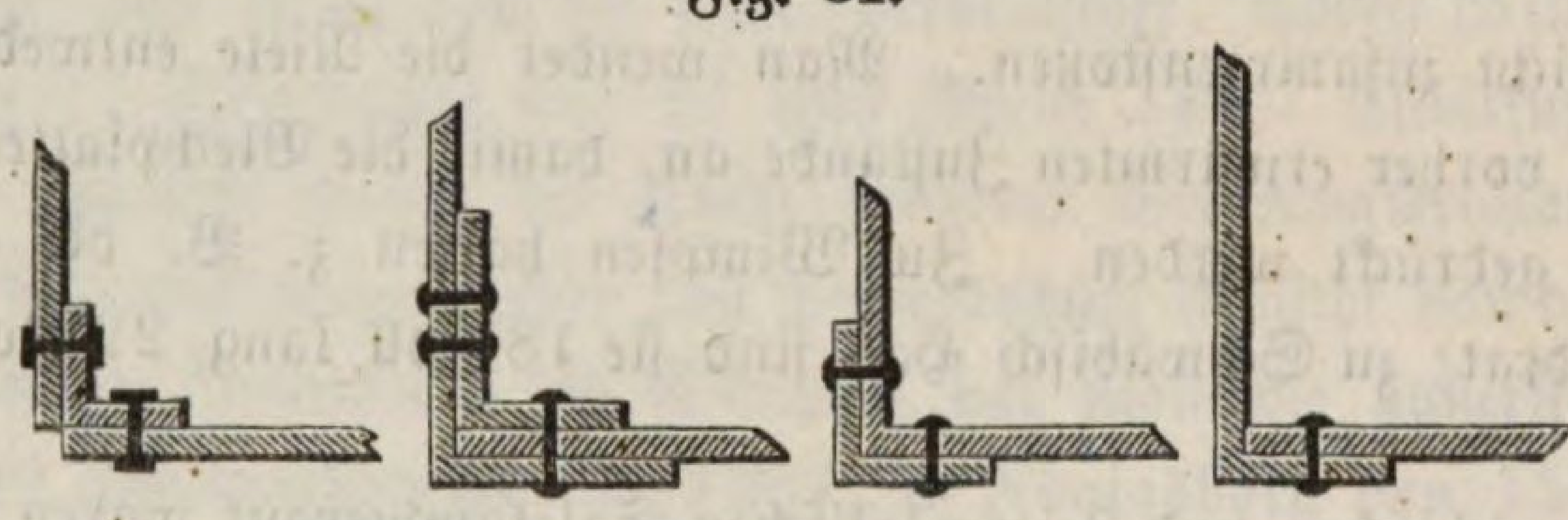
*) Laubmann, Verwendungen des Eisens in den Salinen zu Pfannen, Trockenheerden &c., im Bayer. Kunst- und Gewerbebl. 1862, S. 403, auch im Berggeist 1862, Nr. 71.

terialverbrauch wesentlich steigerte. Neuerdings stößt man wohl nur die Kanten der Blechplatten an einander und nietet jede auf einem untergelegten gemeinschaftlichen Blechstreifen auf.

Je weniger man mit Pfannenreparaturen zu kämpfen hat, um so größer kann man die Tafeln nehmen, etwa von $2\frac{1}{2}$ Fuß im Quadrat und darüber. Es ist jedoch zweckmäßig, an der Feuerstelle, wo die häufigsten Reparaturen vorkommen, kleinere Tafeln (Feuerbleche) von der besten, weichsten Qualität und 6 bis 7 Millimeter Dicke anzuwenden, weil diese durch die größere Anzahl Nähte an Steifigkeit gewinnen und beim Auswechseln verbrannter Tafeln weniger Blechaufwand erfordern. Solche Reparaturen kommen namentlich häufig vor und erfordern die obige Sparsamkeit, wo man bei geringhaltigen Soolen lange stören muß. Ueber dem Roste nietet man wohl in Entfernungen von etwa 1 Fuß Eisenstäbe unter dem Boden an, damit sich hier derselbe möglichst wenig biege oder werfe. Auch macht man denselben hier wohl convex, um das Sacken während des Betriebes zu hindern. Bei horizontaler Einrichtung setzt sich der Pfannenstein so stark an, daß die Bleche schneller durchbrennen. Man muß diesem Uebelstand durch eine öftere Reinigung der Pfanne entgegenwirken.

Die Pfannenborde von 10 Millim. dickem Eisenblech, auf den österreichischen Salinen Branft, Pranft genannt (von Abranft oder Abrand, was einen oben umgebogenen Rand bedeutet), werden, wie die Fig. 31 zeigt, mit dem Boden verbunden. Man nimmt die Borde bei neuen Pfannen etwa 20 Zoll hoch; beim Gebrauch werden sie allmälig niedriger.

Fig. 31.



Um den Seitenwänden mehr Steifigkeit und Dauer zu verleihen, umgiebt man sie wohl mit einem Viergespann von Holz und schraubt auf demselben den umgekrempten Rand auf.

Gußeiserne Borde, welche z. B. auf westphälischen Salinen angewendet worden, haben den Vortheil, daß sie ihre ursprüngliche Höhe behalten. Auch geben sie der Pfanne eine größere Steifigkeit. Man verbindet die einzelnen Bordtafeln unter sich durch Falze und Schrauben, befestigt sie an dem Winkeleisen des Pfannenbodens ebenfalls mit Schrauben und dichtet sie mit dünner Pappe und einem aus Aetzkalkstaub, Roggenmehl und Ochsenblut zusammengesetzten Kitte. Ein Springen der gußeisernen Borde tritt selten ein. Zu

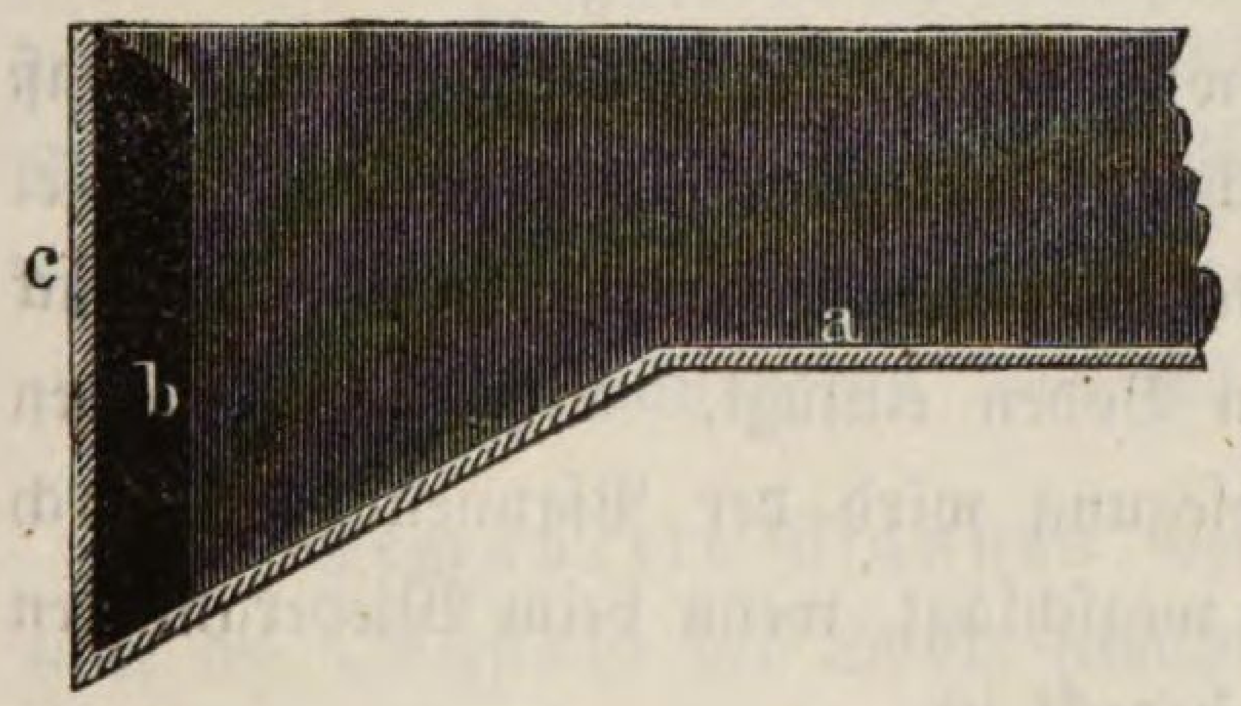
Aussee, Traunstein u. a. besteht der aus Blechen zusammengenietete Pfannenboden an den Rändern aus gußeisernen, mit den Seitenwänden zusammengeschraubten Kästen.

Zur Vermeidung der Ausstrahlung von Wärme durch die eisernen Seitenwände hat man die Borde auch wohl ganz oder theilweise aus Holz hergestellt. Zu Dürrenberg und Juliushalle angestellte Versuche mit solchen Pfannen ergaben, daß sie in der Herstellung eben so kostbar sind, wie die eisernen, weil die hölzernen Borde innen mit Eisenblech beschlagen werden müssen, damit sie nicht von der Soole zerstört werden. Sie möchten da anwendbarer sein, wo man eine lange Soggezeit hat und sie daher in der längsten Zeit mit einer nur wenig erhitzten Soole in Berührung kommen.

Die Dampfpfannen zu Schwäbisch-Hall haben einen hölzernen Bord, welcher mit dem Blechboden durch Schraubenbolzen verbunden ist, nachdem ein Streifen Zinkblech zum Schutz gegen das Rosten und ein Wergseil zur Dichtung dazwischen gelegt worden. Durch $2\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernte Anker ist der Bord mit den Heerdumfassungsmauern verbunden.

Eine eigenthümliche Einrichtung im Pfannenboden haben die österreichischen Salinen, den sogenannten Bärsack, eine Vertiefung an dem einen Bord der Pfanne, aus welcher das Salz ausgeschlagen wird. Diese Einrichtung stellt die Fig. 32 dar. (Bären, vom altdeutschen böaren, bezeichnet das Ausheben des Salzes aus der Pfanne.) *a* Pfannenboden; *b* Bärsack; *c* Pfannenbord. Der Bärsack geht 2 Fuß 3 Zoll unter den Pfannenboden herab und ist 3 Fuß 2 Zoll breit. Der Pfannenbord *c* ist 3 Fuß 7 Zoll hoch. Man nennt hier die Seite der Pfanne, an welcher sich die Feuerung befindet, Feuerseite, die gegenüberliegende Urende der Pfanne, die Seite, an welcher das Salz ausgeschlagen wird, Bärstatt, die gegenüberliegende Umstreichseite. Zu Aussee befindet sich an der Bärstattseite ein hölzerner Bord.

Fig. 32.



Um das Aufbrennen des an den Pfannenbord gezogenen Salzes zu vermeiden, bringt man auf manchen Salinen zum Nachtheil des Heizeffectes an beiden Seiten des Pfannenheerdes unter der Pfanne 0,60 Meter breite blinde Züge an, oder giebt den Pfannen längs der beiden Ziehseiten eine sackartige Vertiefung. Derartige kostspieligere Einrichtungen sind aber nicht nöthig, wenn man ein zu starkes vorzeitiges Anhäufen des Salzes vermeidet und das Auskrücken desselben an den Pfannenbord erst vornimmt, wenn die hinreichend steif gewordene Pfanne ausgeschlagen werden soll.

Zur Verhütung des Rostens des Eisenbleches und der Verunreinigung des Salzes durch den Rost giebt man wohl, z. B. auf würtembergischen, badischen, österreichischen Salinen, den Pfannen einen Zinkschutz*). In jeder Ecke der Pfanne ist durch eine hölzerne Scheidewand ein dreiseitiges Prisma abgetheilt, welches etwa 3 Zoll hoch mit Zink ausgegossen wird, nachdem man mittelst eines Sandsteins das Eisenblech an der betreffenden Stelle blank gescheuert hat. Mittelst durch die Blechtafel hindurch gesteckter Schraubenbolzen wird der Zinkblock angezogen und mit dem Eisen in innige Berührung gebracht. Bei 1400 Quadratfuß Pfannenboden kommen in jede Ecke 30 bis 40 Pfd. Zink. Nach etwa 1$\frac{1}{2}$ Jahren, wenn sich die Zinkblöcke vom Eisen abgehoben haben, findet ein Umgießen derselben Statt. Durch die eingetretene elektrische Wirkung wird das Eisen vor Rost und das Salz vor Gelbwerden geschützt. Ein Zinksalz kann sich nicht bilden, da Soole und Zink nicht in unmittelbare Berührung kommen, und sollte es wirklich entstehen, so soll es bei seiner leichten Löslichkeit in die Mutterlauge gehen. Besonders wirksam ist der Zinkschutz da, wo bei einer niedrigen Temperatur in der Pfanne das Rosten des Eisens begünstigt wird, wie z. B. beim Dampfsieden (Dürrheim, Hall).

Während man, wie bemerkt, gewöhnlich annimmt, daß etwa gebildetes Chlorzink in die Mutterlauge geht, so bildet sich, kommt die Soole mit dem Zink in Berührung, nach Siersch (Erdmann's Journ. 100, 507) eine Lösung von Chlorzinknatrium, welche beim Kochen zinkhaltiges Kochsalz absetzt, so daß in solchem Falle der Zinkschutz wegen Schädlichkeit zu verwerfen ist. In Schönebeck hat man die Erfahrung gemacht, daß beim Feinsalzsieden ein Rosten der Bleche weit weniger eintritt, als bei Grobsalz.

Die Reparatur der Pfannen wird in der Weise vorgenommen, daß man das schadhafte Stück mit dem Schrotmeißel heraushaut und jede Tafel entweder einzeln einpaßt, locht und einnietet oder das ganze neu einzusetzende Stück vorher zusammennietet und dann in den Boden einfügt. Letzteres Verfahren geht schneller. Zum Schutz gegen Verbiegung wird der Pfannenboden durch Stempel nach oben abgesteift, welche man wegschlägt, wenn beim Wiederanlassen der Boden etwa 1 Fuß hoch mit Soole bedeckt ist.

Doppelpfannen, durch eine gemauerte Zunge in zwei Theile getheilt, von denen jeder durch eine besondere Feuerung geheizt wird, gaben zu Aussee nicht so gute Betriebsresultate, als zwei völlig getrennte Pfannen. Man braucht daselbst auch wohl den Ausdruck Doppelpfannen für zwei gewöhnliche Pfannen, welche durch dasselbe Personal bedient werden.

β) Gußeiserne Pfannen. Dieselben bestehen aus kastenförmigen Theilen, deren am Boden nach unten und an den Borden nach außen gerichtete

*) Oesterreichische Zeitschr. 1863, S. 114.

Wände zusammengeschroben werden. An den Feuerstellen giebt man den flachen Kästen geringere Dimensionen, weil kleine Kästen die Hitze besser aushalten und weniger leicht springen. Solche Pfannen sind wohlfeiler und haltbarer als blecherne, haben aber ein etwas größeres Gewicht. Gleich große blecherne und gußeiserne Pfannen gestatteten unter gleichen Umständen eine Erhöhung der Soolentemperatur von resp. 18 und 24°, jährliche Unterhaltungskosten 744 und 342 Gulden, Dauer 12 und 23 Jahre. Die Dauer der Pfannen überhaupt hängt wesentlich von der Aufmerksamkeit der Arbeiter ab.

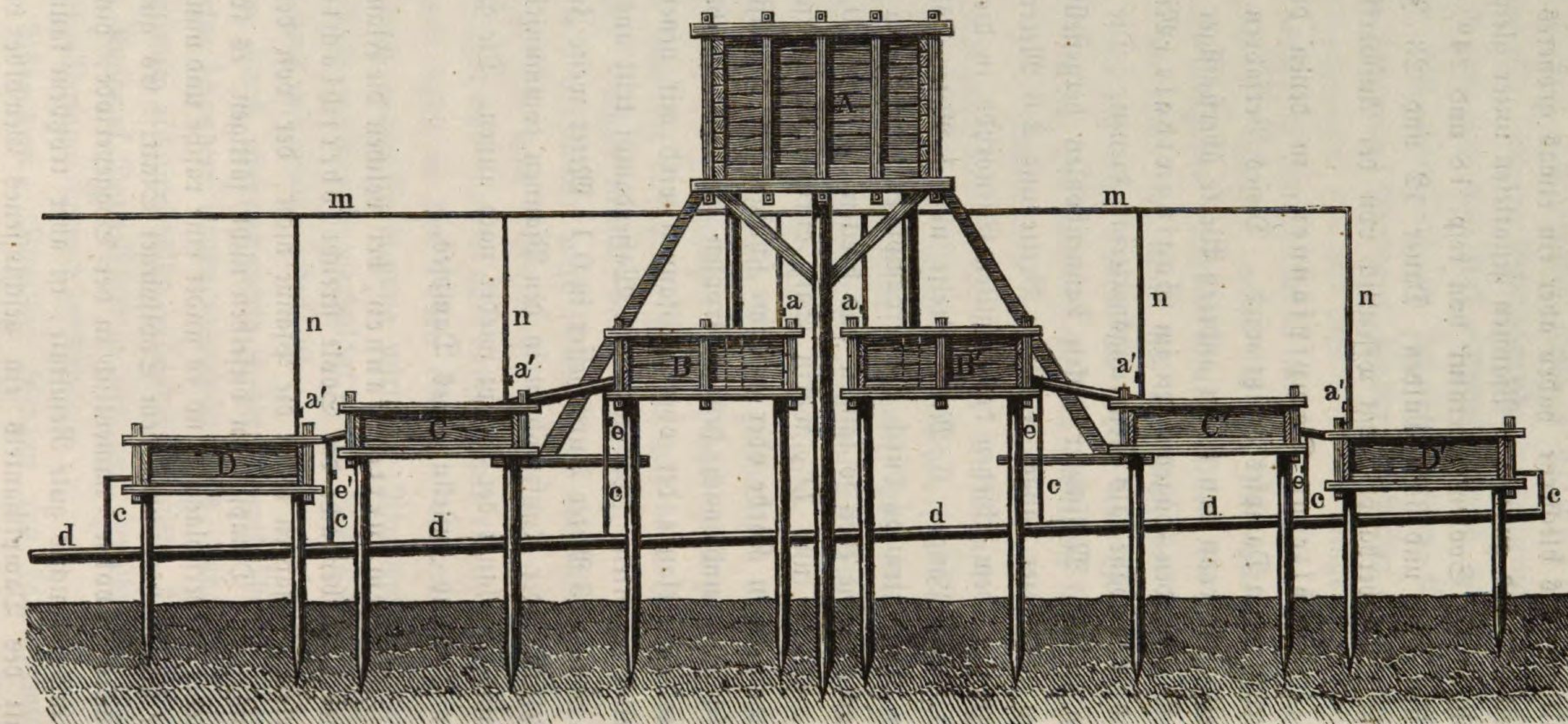
γ) Hölzerne Dampfpfannen, in denen die Soole mittelst darin circulirenden Dampfes erhitzt wird. Dieses Verfahren ist dann besonders vortheilhaft, wenn von einem anderen Werke überflüssiger Dampf zu Gebote steht, z. B. von den Sägemühlen im Saginawthale (Michigan), wo Schwarten und Sägespäne als Feuerungsmaterial dienen. Die Bohrlochsoole wird in den aus 56 Millimeter dicken Tannenbohlen hergestellten Kästen A (Fig. 33) von 17 Meter Länge, 4 Meter Breite und 2,6 Meter Höhe mit Aetzkalk versetzt, nach dem Absetzen des gefällten Eisenoxyds in die Kästen B und B' von 36 Meter Länge, 3 Meter Breite und 1 Meter Höhe abgelassen und behuf der Concentration durch Wasserdampf erhitzt. Nach dem Klären gelangt die Soole in die eben so langen und breiten, aber nur 0,43 Meter hohen Kästen C, C', D und D', worin Salz durch Dampf ersotten, mittelst kupferner Schaufeln in Körbe oder auf eine schräge über die Kästen laufende Fläche ausgeschlagen und nach dem Abtropfen in die Vorrathskammer geschafft wird. Die Mutterlauge der oberen Pfannen wird mit neuer Soole in den unteren weiter versotten. Der gespannte Wasserdampf tritt aus der Hauptröhrenleitung m von 0,13 Meter Durchmesser in 0,11 Meter weite Zweigröhren n, welche mit Messing- oder Kupferröhren in den Pfannen communiciren. Durch die Röhren c und d gelangt der Dampf wieder nach außen. Die Hähne a, a', e, e' dienen zur Ab- und Zustellung des Dampfes.

δ) Gemauerte Pfannen, bei welchen die Flamme, wie in Flammöfen, über die Oberfläche der Soole streicht (oberschlächtige Feuerung). Bei diesem Verfahren leidet die Pfanne nicht, der von den glühenden Gasen aufgenommene Dampf kann dieselben nicht sättigen, es können sich keine Dämpfe wieder niederschlagen und es findet eine rasche und ununterbrochene Erneuerung der Atmosphäre über dem Soolspiegel Statt. Es giebt dieses Verfahren bei ärmeren Soolen, namentlich in der Soggeperiode, hinsichtlich des Brennmaterialverbrauches gute Resultate, ist aber trotzdem kaum in Anwendung, weil statt des Dampfmantels ein geschlossenes Gewölbe vorhanden sein muß, so daß den übrigen Anforderungen und Arbeiten bei der Pfanne nicht völlig entsprochen wird.

d) Verschiedene Pfannenarten. Je nach ihrer Verwendung oder der Art ihrer Befeuerung unterscheidet man:

α) Stör= und Soggepfannen. Das Stören und Soggen wird entweder in derselben Pfanne vorgenommen (Schönebeck, Halle, Dürrenberg, Wimpfen ꝛc.), oder man hat besondere Stör= und Soggepfannen, was bei unreineren Soolen zweckentspechender ist, da die beiden genannten Arbeiten eine verschiedene Temperatur und in Folge dessen einen verschiedenen Rostbau erfordern (Königsborn, Sooden ꝛc.). Beim Stören sind größere Roste erforderlich, um dem Brennmaterial die zur Erzeugung einer

Fig. 33.



höheren Temperatur erforderliche Luft zuzuführen. Beim Soggen, wo nur eine langsame Verbrennung und mäßige Wärmeentwicklung nöthig ist, genügen kleinere Roste. Hat man nur eine Pfanne mit größerem Rost, so muß der Sieder in der Soggeperiode den Rost theilweise mit Schlacken zugedeckt halten, um die Verbrennung zu mäßigen.

Je concentrirter die zu verdampfende Soole, um so kürzere Zeit dauert das Stören und um so kleiner kann die Störpfanne im Verhältniß zur Soggepfanne sein; letztere pflegt durchschnittlich noch einmal so groß als erstere zu sein.

Werden Stör- und Soggepfannen nicht durch directe Feuerung, sondern durch die von einem Siedeheerd abgeleiteten heißen Gase (Rauch) oder durch Dampf geheizt, so nennt man sie in ersterem Falle Rauch-, in letzterem Dampfpfannen. Diese bestehen seltener aus Sandsteinplatten, als aus Eisenblech mit Zinkschutz.

β) Kleinere, neben den Hauptpfannen gelegene Bei- oder Nebenpfannen, welche durch directe Feuerung oder durch die unter ersteren abgehenden heißen Gase oder durch Dämpfe (Rauch- und Dampfpfannen) erhitzt werden, dienen wohl zur weiteren Abdampfung der Mutterlaugen. Man nennt solche Pfannen Vorwärmpfannen, wenn die Soole darin angewärmt wird, ehe sie in die Siedepfannen gelangt. Unter Aschenpfannen versteht man auf einigen Salinen (Artern, Dürrenberg ꝛc.) diejenigen, welche mit den glühenden Cinders von Stein- oder Braunkohlen geheizt werden, die bei den Hauptpfannen durch den Rost der Feuerung gefallen sind. So befindet sich z. B. zu Dürrenberg ein Vorwärmheerd mit 1274 Quadratfuß Fläche, welcher durch glühende Braunkohlenasche geheizt wird.

Die meisten altpreußischen Salinen haben nur Soggepfannen (Feuerpfannen) mit directer Feuerung, einige mit Aschenpfannen; in Würtemberg und Baden finden sich auch nur Soggepfannen mit directer Dampf- und Rauchheizung. In Bayern giebt es Vorwärm- und Soggepfannen, z. B. Berchtesgaden hat eine große runde Soggepfanne und eine viereckige Vorwärmpfanne von 1900 Quadratfuß Siedefläche; auf den Salinen zu Reichenhall, Rosenheim und Traunstein haben die Soggepfannen eine Größe von 775 bis 900, die Vorwärmpfannen von 420 bis 545 Quadratfuß. Auf den österreichischen Salinen finden sich weder Stör-, noch Vorwärmpfannen, nur in Hall hat jede Soggepfanne zwei Vorwärmpfannen, welche mit Deckeln aus Kupferblech versehen sind.

Die Pfannen auf den österreichischen Salinen sind meist ungefähr 60 Fuß lang, 30 Fuß breit und $1\frac{1}{2}$ Fuß tief, bei 12 Zoll Soolstand.

e) Stellung der Pfannen. Sind nur Soggepfannen vorhanden, so stellt man dieselben über dem Pfannenheerde auf Pfeiler von Gußeisen oder feuerfesten Ziegeln (bei Strahlenheerden) oder bei Circulirheerden auf die Canal-

wände. Der über dem Roste befindliche Theil des Pfannenbodens (Feuerstück) ist frei, wird mittelst Eisenstäbe an den Dachbalken des Siedehauses aufgehängt und ist durch mehrere Lagen über einander genieteter Bleche gegen das Durchbrennen und Werfen verstärkt. Die Seitenwände schützt man durch Holzfutter oder Canäle mit stehender Luft gegen Wärmeverluste. Der hintere Theil der Pfanne kommt höher zu stehen, als der vordere Theil, an welchem die Hitze stärker ist.

Hat man Stör- und Soggepfannen, so legt man sie in eine Richtung, und zwar erstere höher als letztere, um die Soole nach dem Abstören bequem in die Soggepfanne ablassen zu können.

Bei Vorhandensein von Sogge- und Vorwärmpfannen stellt man letztere höher als erstere im hinteren Raum des Siedehauses oder neben der Soggepfanne auf.

3) **Feuerungsvorrichtungen***). Die Einrichtung derselben hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Brennmaterials (Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Holz), dann aber auch davon ab, ob es weniger auf Ersparung an Brennmaterial, als auf das möglichst große Salzausbringen auf dem Quadratfuß Pfannenbodenfläche und Ersparung an Siedelöhnen ankommt (österreichisches System im Salzkammergute), oder ob man das Hauptaugenmerk auf sorgsame Benutzung des Brennmaterials zu lenken hat. Wo der erstere Punkt hauptsächlich in Rücksicht kommt, da wendet man noch Strahlenheerde an; in letzterem Falle empfehlen sich die Circulirheerde.

Bei den Strahlenheerden (Pfannen mit stehender Flamme) ruht die Pfanne auf thönernen oder eisernen Pfeilern, zwischen denen sich die Flamme bei geringerer Zuggeschwindigkeit unter dem Boden hin verbreitet, während bei Circulirheerden (Pfannen mit streichender Flamme) sich die Gase geschwinder in Zügen unter der Pfanne bewegen. Letztere Construction wird am meisten angewendet. Behuf zweckmäßiger Ausnutzung des Brennmaterials kommt es zunächst darauf an, den Brennstoff möglichst vollständig zu verbrennen, und in dieser Beziehung empfehlen sich rauchverzehrende Vorrichtungen, namentlich Doppelroste —, dann die erzeugte Hitze in entsprechender Weise nutzbar zu machen und somit Wärmeverluste thunlichst zu vermeiden. Diesen sucht man dadurch entgegenzuwirken, daß man die Wärme der abziehenden Feuergase noch ausnutzt, den Heerd aus schlechten Wärmeleitern construirt, die der Abkühlung unterliegenden Oberflächen der Verdampfungsgefäße gegen Wärmezerstreuung (durch Dampfmäntel) schützt und die Geschwindigkeit des Zuges passend regulirt. In den gewerblichen Feuerungen macht man

*) Heizwesen auf den Salinen: Zeitschr. der k. k. geolog. Reichsanst. 1864, S. 261.

selten mehr als 60 bis 70 Proc. der erzeugten Wärme nutzbar, und man rechnet beim Salzsieden unter günstigen Umständen auf 6,75 bis 7 Kilogramm verdampftes Wasser 1 Kilogramm englische Steinkohlen.

Die auf den Salinen üblichen Feuerungsvorrichtungen lassen sich im Wesentlichen auf die nachstehenden zurückführen:

a) Planroste zur Feuerung für Steinkohlen, Braunkohlen, Torf und Holz. Nur ein geringer Theil der Wärme, welche bei der Verbrennung auf dem Roste frei wird, geht in Form strahlender Wärme an die zu erwärmende Substanz über, denn der größere Theil derselben dient zur Erhitzung der Verbrennungsgase, welche dann bei der Bewegung längs dem zu erwärmenden Pfannenboden an diesen Wärme abgeben und zuletzt mit einem noch verhältnißmäßig großen Theil derselben in den Schornstein entweichen. Je weniger Wärme hierbei verloren geht, um so vollständiger wird der Zweck erreicht. Erfahrungsmäßig legt man den Rost vortheilhaft so weit unter den Pfannenboden, daß eine unmittelbare Einwirkung der Flamme auf denselben nicht stattfinden kann und die Erwärmung also von den erhitzten Gasen geschehen muß. Man vermeidet dadurch, daß bei der bedeutenden Temperaturdifferenz zwischen dem Pfannenboden und dem verbrennenden Brennstoffe letzterem im Augenblicke der Verbrennung so viel Wärme entzogen wird, daß dieselbe nur unvollständig stattfinden kann. Die Uebertragung der Wärme an die Metallflächen ist abhängig von der Geschwindigkeit der Gase, und die Verluste an Wärme, welche, in mechanische Arbeit umgesetzt, zur Ueberwindung der Bewegungshindernisse dienen, wachsen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit der Gase.

Die Leistung einer Feuerungsvorrichtung hängt hauptsächlich ab:

α) Von dem richtigen Verhältniß der Rostfläche zur Bodenfläche der Pfannen, und diese wieder von der Beschaffenheit des Brennmaterials. Eine zu große oder zu geringe Rostfläche vermehrt den Brennmaterialaufwand oder erzeugt nicht die erforderliche Hitze. Auf preußischen Salinen giebt man bei Pfannen von 400 bis 700 Quadratfuß Fläche dem Roste für Feuerung mit Steinkohlen $^1/_{26}$ bis $^1/_{24}$, für Torf oder Braunkohlen $^1/_{16}$ bis $^1/_{14}$, für Holz $^1/_{28}$, für ein Gemisch von Stein- und Braunkohlen $^1/_{22}$ der Pfannenfläche; bei großen Pfannen von 1000 Quadratfuß Bodenfläche resp. bis $^1/_{28}$, $^1/_{20}$, $^1/_{28}$ und $^1/_{27}$ der Pfannenfläche.

Man verbrennt etwa auf 1 Quadratmeter Rostfläche bei 8 bis 12 Centimeter Schüttungshöhe pro Stunde 30 bis 45 Kilogr. Steinkohlen, 60 bis 75 Kilogr. Torf von mittlerer Dichtigkeit und Qualität und 80 bis 100 Kilogr. lufttrocknes Holz und giebt den Rostflächen zweckmäßig die $3^1/_2$- bis 4fache Länge zur Breite.

β) Von der richtigen Lage der Rostfläche. Man giebt dem Rost zweckmäßig 4 bis 6 Zoll Ansteigen nach hinten, wodurch die heiße Luft über

dem Rost mehr zusammengepreßt und eine vollständigere Rauchverbrennung erzielt wird. Dasselbe erreicht man durch eine Feuerbrücke, wodurch man Rauch und heiße Luft vor dem Eintreten in den zu heizenden Raum in innigere Brührung bringt (Braunkohlenfeuerung auf sächsischen Salinen).

Eine derartige Verbrennung findet aber dann nur vollkommen Statt, wenn die Temperatur der Gase möglichst groß ist. Man darf deshalb denselben direct über der Feuerbrücke keine Wärme entziehen, und dieselbe muß so angelegt werden, daß die Decke über ihr nicht durch den stark Wärme absorbirenden Gefäßboden gebildet wird. Die Verbrennung der erzeugten Gase findet nur dann Statt, wenn die Temperatur nicht unter 420° C. beträgt.

Man legt den Rost wohl etwa $\frac{1}{3}$ nach der Mitte der Pfanne zu, damit sich von hier aus die Hitze gleichmäßiger verbreiten kann.

γ) Von dem Abstande des Rostes vom Pfannenboden, welcher sich hauptsächlich nach der Flammbarkeit des Brennmaterials richtet. Man wählt zweckmäßig für Holz eine Feuerhöhe von 28 bis 30, für Torf und Braunkohlen 22 bis 24 und für Steinkohlen 24 bis 28 Zoll, nimmt jedoch aus erörterten Gründen (S. 121) den Abstand zwischen Pfanne und Heerd bald größer und läßt die Heerdsohle nach den Pfannenborden ansteigen, so daß die Flamme aus dem weiten Heizraum unmittelbar von unten gegen den Pfannenboden wirkt und langsam abzieht (Feuerung mit stehendem Flammenzug bei Strahlenheerden), bald richtet man den Heizraum niedriger ein und giebt der Flamme eine bestimmte Richtung, so daß sie mit größerer Geschwindigkeit circulirt (Feuerung mit streichendem Flammenzug bei Circulirheerden).

δ) Von den Zwischenräumen der Roststäbe, welche bei Holz etwa $\frac{1}{4}$ Zoll, bei Steinkohlen und Braunkohlen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll betragen, je nachdem mehr Stückkohlen oder Grus zur Verwendung kommen. Brennmaterialklein wird zuweilen angefeuchtet, in Ziegelform gepreßt und an der Luft getrocknet verwendet (früher Braunkohlenklein zu Artern).

ε) Von der Einrichtung der Züge unter der Pfanne. Die Temperatur und somit das Volum der Verbrennungsgase bei gleichem Drucke nimmt beim Circuliren derselben von dem Roste bis zum Fuchse in dem Maße ab, als die Entfernungen von dem ersteren zunehmen. Es muß deshalb die Strömungsgeschwindigkeit der Gase bei gleichbleibendem Querschnitt der Züge innerhalb derselben gleichzeitig mit der Temperatur abnehmen. Damit nun hinreichend Verbrennungsluft zum Brennmaterial treten kann, müssen diese Züge zur Herstellung einer gewissen Geschwindigkeit der Gase sich nach hinten verengen, und man erreicht dies bei Circulirheerden dadurch, daß man den Heerd bei gleichbleibender Weite der Canäle vom Roste ab nach hinten ansteigen läßt.

Das Bildungsgesetz der Linie des gekrümmten Zuges ist von Noeggerath (Civil-Ingenieur 1860, VI. 72) entwickelt.

Eine gekünstelte Lage der Züge, namentlich viele Krümmungen derselben sind zu vermeiden, und Züge, welche längs den Verticalseiten der Pfanne laufen, ganz zu umgehen. Der dadurch möglicher Weise erzielte Gewinn wird durch die Vermehrung der Bewegungshindernisse vollständig aufgewogen und kann durch Vergrößerung der Bodenfläche ohne Vermehrung der Verluste erlangt werden.

Nach den Versuchen von Mühlmann giebt man bei Pfannen von 1000 Quadratfuß Bodenfläche für Holzfeuerung den Zügen eine Breite von 3 bis 4 Fuß und in den äußersten, zur rechten und linken Seite, von $2^3/_4$ Fuß, bei einer Höhe von 12 Zoll, welche sich gegen den Ausgang auf 9 Zoll vermindert; für Torf- und Braunkohlenfeuerung eine Breite von $2^1/_3$ bis $3^1/_3$ Fuß und 2 Fuß bei einer Höhe von 14 Zoll, welche sich gegen den Ausgang auf 12 Zoll vermindert. Noeggerath empfiehlt für Pfannen von 1000 Quadratfuß Bodenfläche bei 20 Fuß Breite und 50 Fuß Länge $4^1/_2$ Fuß breite Züge.

ζ) Von der Anwendung kalter oder erwärmter Verbrennungsluft. Letztere unter den Rost geleitet oder mit bereits gebildeten brennbaren Gasen in Berührung gebracht, befördert die Verbrennung und trägt zur Brennmaterialersparung bei. Die kalte Luft wird durch abgehende Wärme von einer Feuerstätte entweder in besonderen Vorwärmkammern (Hall in Oesterreich) oder in Canälen erwärmt, welche im Fundamente der Pfannen oder in der Sohle des Heerdes liegen. Im letzteren Falle sind die Canäle mit Gewölben überdeckt, welche den Boden des Pfannenheerdes bilden (Friedrichshall, Ebensee, Ischl, Hall in Tyrol). Auch wird die Luft wohl in auf dem Heerde liegenden Röhren erhitzt (Schwäbisch Hall). Man legt auch wohl zwei Roste über einander und zwar über einen eisernen Rost einen gemauerten Gurtenrost. Auf ersteren fallen von letzterem glühende Kohlen und erwärmen die durchstreichende Luft (Ebensee, Ischl, Hallstadt, Hallein).

Zur Herstellung zweckmäßiger Feuerungsvorrichtungen haben unter Anderen Mühlmann (Karsten's Arch., 2. R., XIX. 271), Langermann (Polyt. Centralbl. 1858, S. 773), v. Schwind (Polyt. Centralhalle 1858, S. 347, 359) und Noeggerath (Civil-Ingenieur 1860, VI. 72) wichtige Beiträge geliefert.

Bei Anwendung eines Planrostes können folgende hauptsächlichen Constructionen vorkommen:

a[1]) Planrost mit Strahlenheerd. Die Flamme verbreitet sich vom Roste aus ohne weitere Leitung oder in vielen sich nach hinten erweiternden und verschieden langen Canälen unter der hochgelegenen Pfanne und zieht

strahlenförmig durch mehrere Füchse in die Trockenräume für das Salz und dann in den Schornstein oder gleich in denselben. Zuweilen ist der Raum unter der Pfanne durch eine von vorn nach hinten gehende Mauer in zwei Abtheilungen getheilt. Wie Versuche in Schönebeck und anderwärts erwiesen haben, entweichen bei solchen Heerden, wenn die Pfannen nicht sehr groß sind, die Gase zu wenig abgekühlt aus den kürzeren Canälen, und da ohnehin vom Brennheerde ab eine Verringerung des Canalquerschnitts eintreten muß, so würden dieselben bei der zunehmenden Breite an den entfernteren Punkten eine so geringe Höhe erhalten, daß die Gefahr des Verstopfens einträte.

Diese Heerde sind nur noch wenig in Anwendung, geben aber unter den S. 120 angeführten Umständen da gute Resultate, wo sehr große und runde Pfannen in Anwendung stehen, mehrere Wochen continuirlich hinter einander gesotten wird und die vom Feuerheerd abziehende Flamme noch zum Trocknen des Salzes, zum Erhitzen von Nebenpfannen ꝛc. gebraucht wird, z. B. auf manchen Salinen in Bayern und im Salzkammergut (Hallstadt, Aussee, Hallein). Bei einem Mehrverbrauch von Brennmaterial stellt sich bei Strahlenheerden im Vergleich zu Circulirheerden die Production für eine gleiche Bodenfläche höher und das Korn des Salzes wird bei ersteren wegen der minderen Temperaturdifferenzen an verschiedenen Stellen gleichmäßiger.

Die Einrichtung eines solchen S t r a h l e n h e e r d e s zu H a l l s t a d t ergiebt sich aus Fig. 34. Die Pfanne *A* ruht auf vier Umfassungswänden und auf gußeisernen Pfeilern oder Thonsäulen *x*, im Oesterreichischen S t e h e r genannt, letztere aus auf einander gestellten, durch Thonmörtel verbundenen, 6 Zoll hohen abgestumpften Kegeln bestehend, welche 8 Zoll unteren und 7 Zoll oberen Durchmesser besitzen. Diese Steher bilden entweder radiale Gassen (Hallstadt), oder man hat die vordersten Steher bei der Feuerung so gestellt, daß die Gassen nicht geradeaus, sondern in krummen Linien durch die Steher hindurchgehen, wodurch die Flamme aufgehalten und die Hitze besser vertheilt wird (Hallein). Für viereckige Pfannen ist diejenige Stellung der Steher die richtigste, wo dieselben in der Nähe der Feuerung und bis über die Mitte der Pfannenlänge hinaus gerade Gassen bilden, von da an aber radial laufen (Ischl). Diese Einrichtung ist der vorzuziehen, wo die Gassen gleich von der Feuerung weg radial laufen. Die Pfannen sind auch an manchen Orten an eisernen Haken aufgehängt. Die Flamme entweicht durch Züge *z* unter eine Nebenpfanne oder in Trockenräume. *m* bezeichnet die Pfannenmauer, *B* die Feuerung, Pfannofen oder Feuerschüre, *bc* ist die Feuerseite, *bf* die Umstreichseite, *ef* das Urende und *cd* die Bärstattseite.

Man feuert mit Tannen- und Fichtenholz, welches (zu Hallstadt und Hallein) auf aus 6 gemauerten Gurtbogen *a* (Fig. 35) gebildete Roste von 9 Zoll Breite mit 10 Zoll Zwischenraum geworfen wird. Die Gurte erhalten durch

Spannriegel *b* mehr Festigkeit. Das durch den 8 Fuß 8 Zoll langen steinernen Rost Hindurchfallende verbrennt dann auf dem eisernen Roste *c* noch vollständig, erhitzt die unter den oberen Rost gelangende Luft und trägt zur Brennmaterialersparung bei. Weniger vortheilhaft ist es, Luft zwischen beide Roste zu leiten,

Fig. 34.

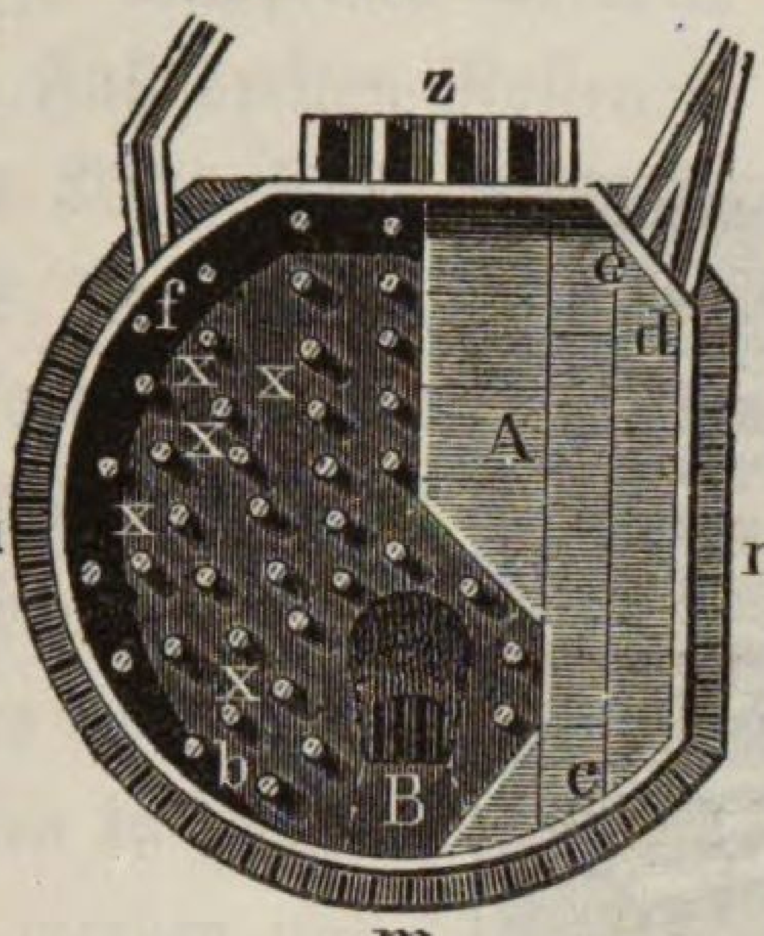
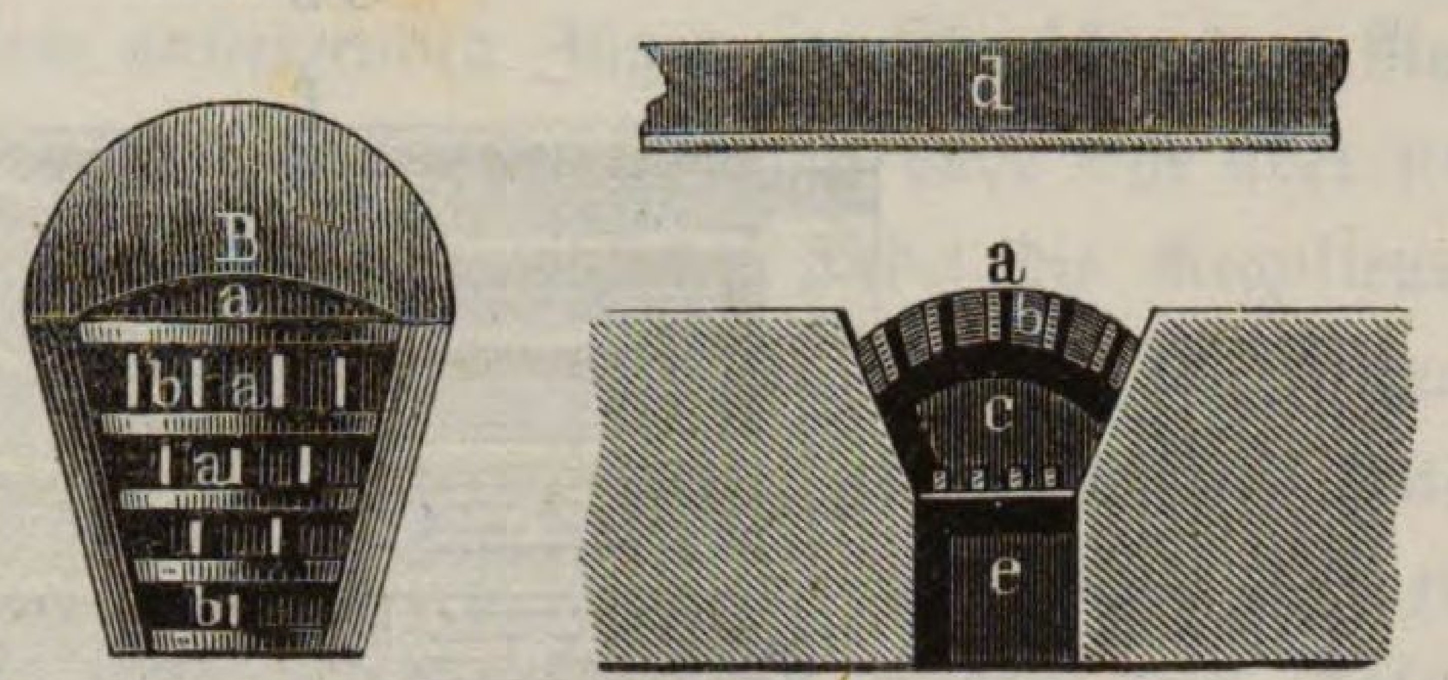


Fig. 35.



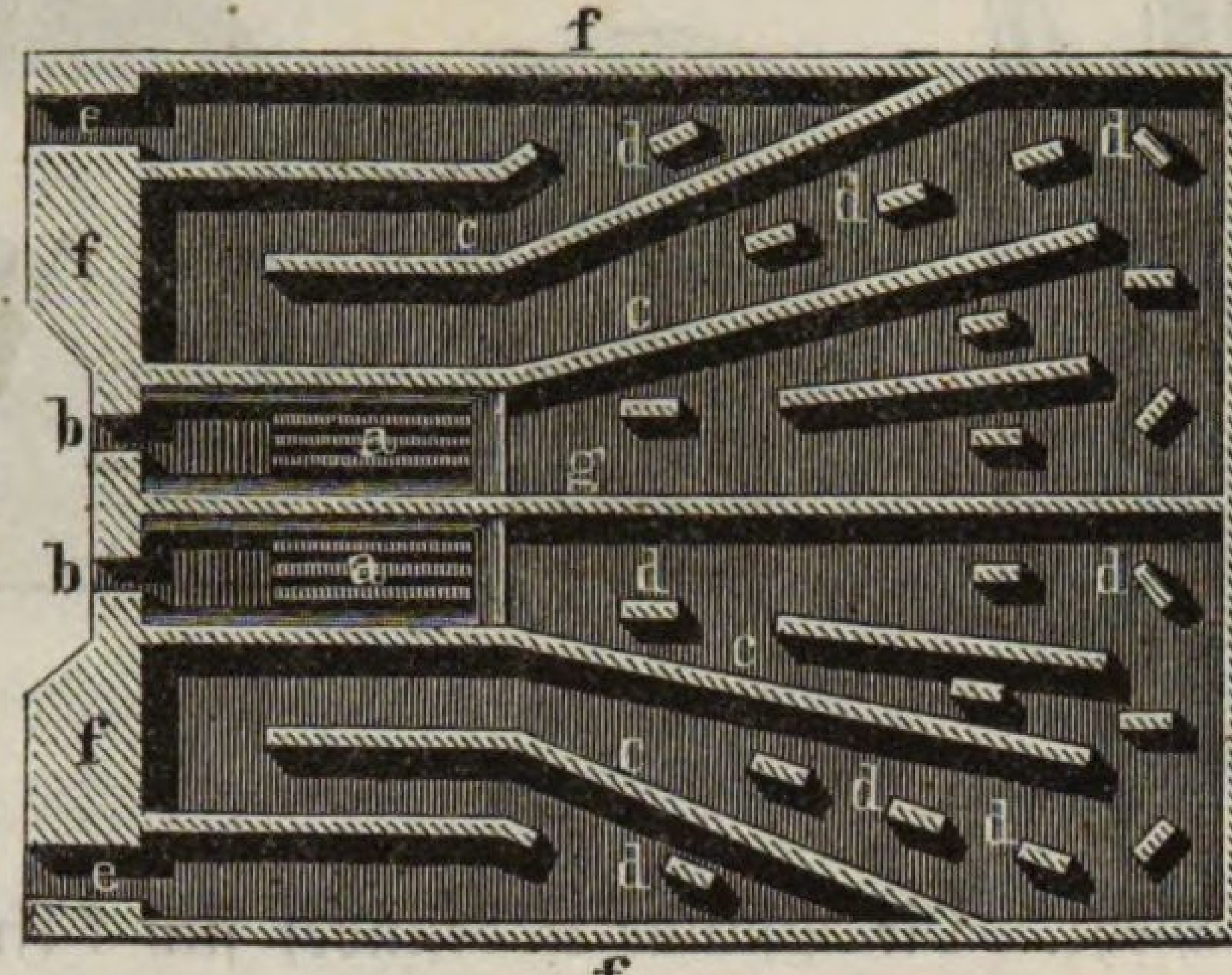
wie es auch wohl geschieht. Die Pfanne *d* befindet sich 4 Fuß 6 Zoll über dem Gurtenrost, die Heerdsohle steigt aber nach allen Seiten hin der Art an, daß der verticale Abstand an den Borden nur 2½ Fuß beträgt. Der Aschenfall *e* ist 6 Fuß hoch und durch eine eiserne Thür mit Schiebern verschließbar. Der Schornstein hat 70 bis 75 Fuß Höhe. Zu Aussee fehlt der Gurtenrost und die Holzfeuerung findet direct auf schmiedeeisernen convexen Traillen Statt.

Eine abweichende Construction der Strahlenheerde, wie sie früher in Schönebeck für eine 50 Fuß lange und 25 Fuß breite Pfanne mit 1250 Quadratfuß Bodenfläche in Anwendung war, bestand darin, daß man die Siedepfanne auf strahlenförmige, von dem Rost ausgehende schmale Pfeiler oder Rippen setzte, den Feuerraum durch eine Scheidewand theilte und jedem Theile seinen Rost gab. Die verbrannten Gase entweichen entweder durch Canäle an der der Feuerung entgegengesetzten Seite oder es laufen an drei Seiten um die Pfanne gemauerte Canäle (Schlucklöcher), durch welche die Gase ausziehen und schließlich in eine Esse gelangen. Auch hat man Strahlenheerde mit Circulirheerden combinirt (Königsborn, Schönebeck), welche Einrichtung durch die Fig. 35 dargestellt wird. *a* Rost; *b* Schüröffnung; *c* Rippen; *d* Steher; *e* Züge nach den Trockenkammern; *f* Umfassungswände des Heerdes; *g* Zunge.

b[1]) Planrost mit Ciculirheerd. Diese Einrichtung ist meist (z. B. auf den Salinen in Altpreußen, Hannover, Baden und Würtemberg) an die Stelle der vorigen getreten, weil sie namentlich bei kleineren Pfannen zu einer besseren Ausnutzung des Brennmaterials führt. Man theilt den Feuerheerd durch eine Scheidewand, giebt jedem Theile einen Rost, entweder nur an einer schmalen Seite oder an den beiden entgegengesetzten schmalen Seiten, und läßt

die davon ausgehende Flamme in 3 oder 4 durch Zungen hergestellten Zügen unter der Pfanne circuliren. Die Züge dürfen nicht zu lang sein, müssen mehr Breite als Höhe haben und allmälig ansteigen. Damit sich bei Holz- und Torffeuerung die Flugasche absetzen kann, giebt man dem Heerde da, wo sich die Züge wenden, eine Vertiefung von 3 bis 4 Zoll.

Fig. 36.



Die Pfanne ruht auf den Mauern, welche die Canäle bilden. Zum Schutz der Pfannen gegen die starke Hitze über dem Roste macht man auf einigen Salinen (z. B. Friedrichshall, Wilhelmshall) Gewölbe über der Feuerung. Zur Ersparung von Brennmaterial leitet man wohl durch die abgehende Wärme erhitzte Luft unter den Rost (Friedrichshall, Schwäbisch Hall).

Zu Wimpfen hat man Circulirheerde mit 2½ bis 3 Fuß breiten, 4 Fuß langen und ⅝ Zoll starken gußeisernen Rosten, wobei die Züge eine verschiedene Richtung nehmen können, wie die Fig. 37 u. 38 zeigen. Bei letzterer Einrichtung wird das Abziehen der Flammen mehr verzögert als bei ersterer.

Fig. 37.

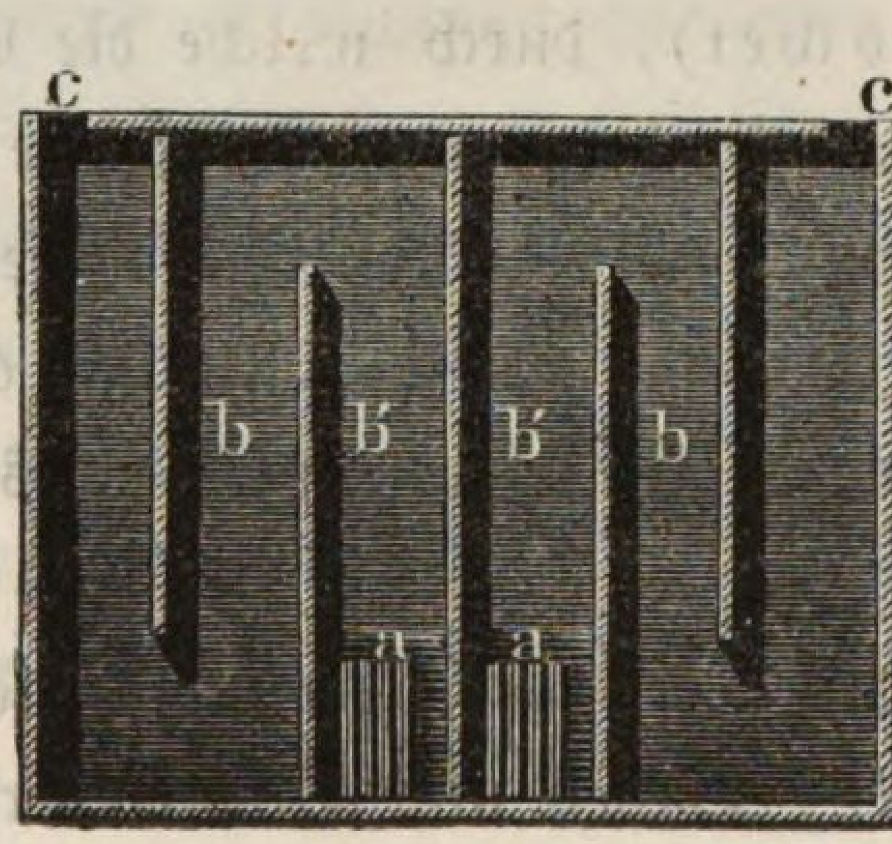
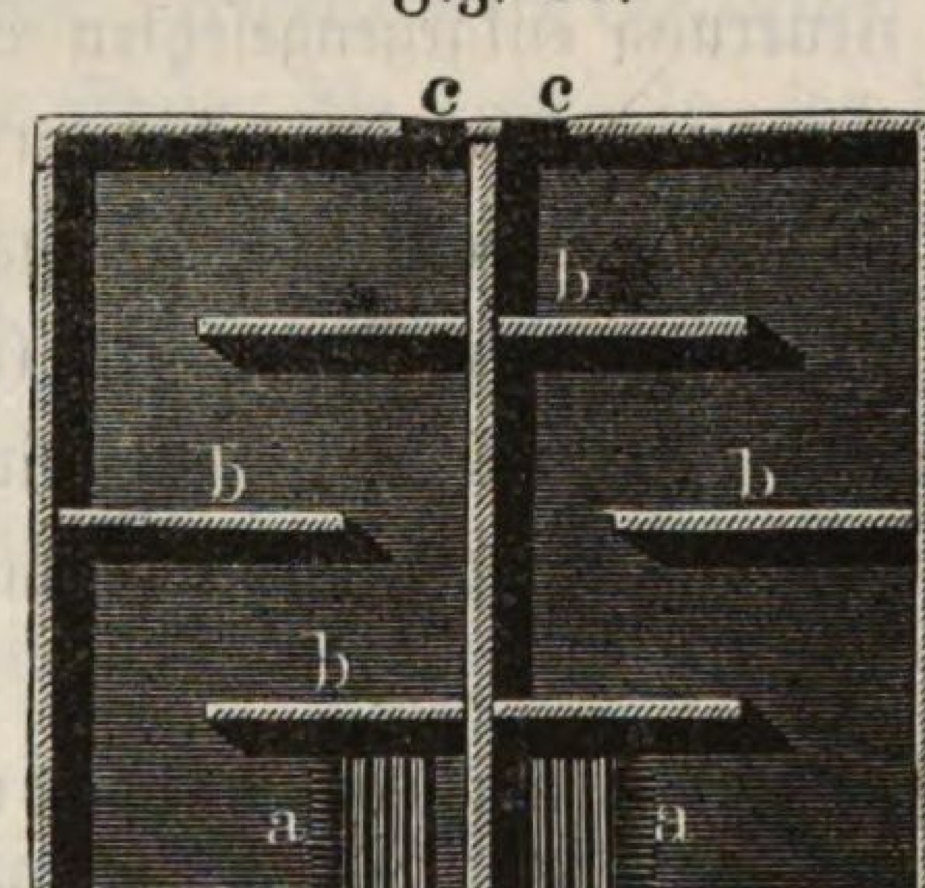


Fig. 38.



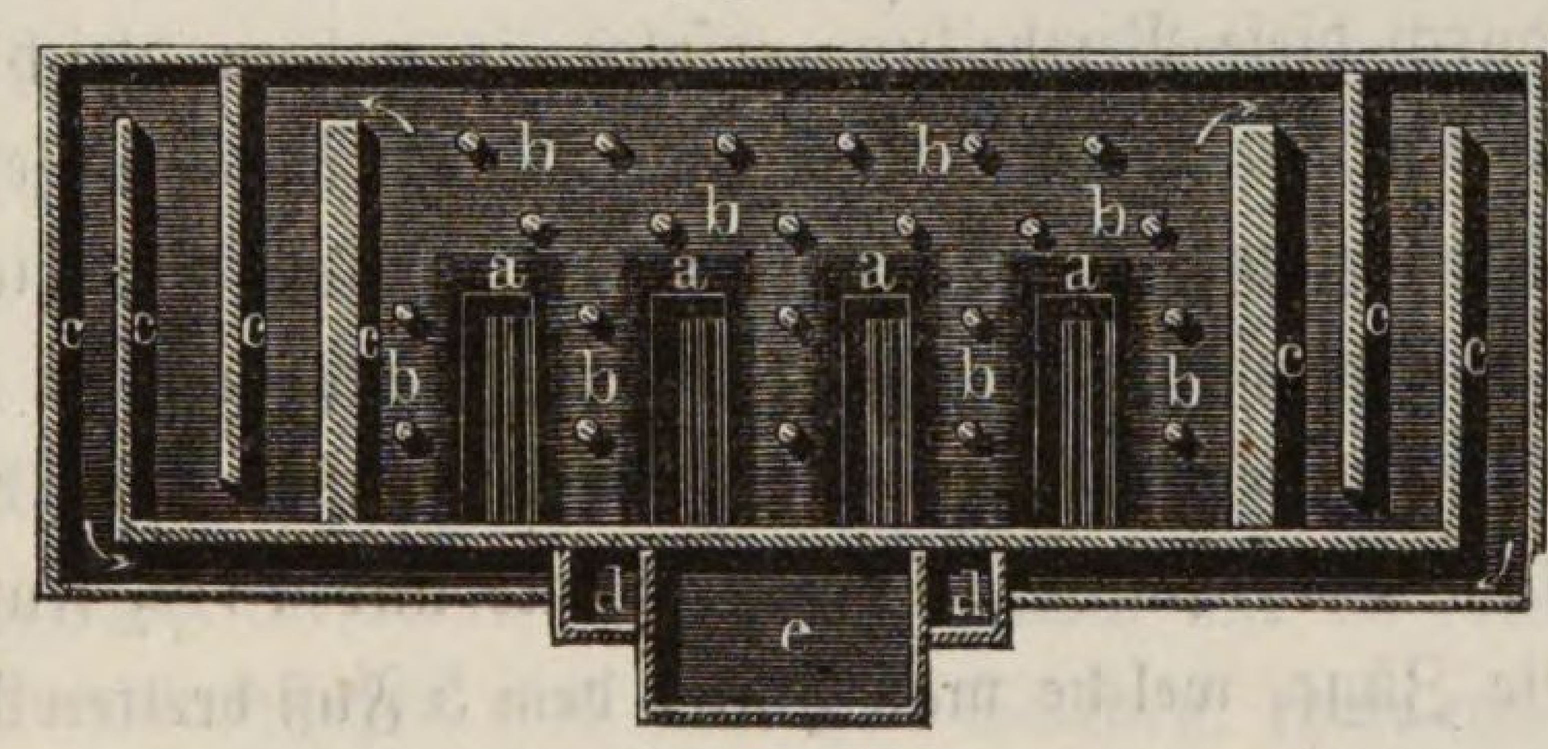
a Rost; *b* Zungen; *c* Füchse. Die Feuerung geschieht mit Grussteinkohlen und die Roststäbe liegen ⅜ Zoll auseinander. Die Feuerhöhe über dem Roste beträgt 24 bis 28 Zoll und die Höhe der Züge nimmt bis zum Ein-

tritt in den 42 bis 76 Fuß hohen Schornstein auf 14 Zoll ab. Man ersetzt zuweilen die Seitenbrandmauern *b'* durch eiserne Pfeiler oder giebt den Brandmauern durch pfeilerartige Ansätze eine Verstärkung, um den zwischen zwei Zungen befindlichen Flächenraum, wenn er zu groß, zu stützen. Durch solche Pfeiler wird aber der Zug gehemmt.

Zu Rappenau circulirt die Steinkohlenflamme von zwei 3 Fuß langen und 4 Fuß breiten Rosten in flach ansteigenden Zügen, welche über dem Rost 25 bis 29½ Zoll, beim Eintritt in die 80 bis 100 Fuß hohe Esse aber nur 14 bis 16 Zoll hoch sind. Bei den meisten Salinen findet die Regulirung des Luftzutritts nur durch den größeren oder geringeren Schluß des Aschenfalls Statt. Sehr zweckmäßig läßt man, wie bemerkt, erwärmte Luft unter den Rost treten. An der letzterem entgegengesetzten Seite befindet sich ein mit der Luft circulirender Canal, aus welchem dieselbe in Röhren tritt, welche zu dreien in jeder Abtheilung des Heerdes liegen, durch die circulirende Flamme erhitzt werden und die heiße Luft unter den Rost ausströmen.

Zu Aussee hat eine 8 Klafter lange und 4 Klafter breite Pfanne 4 Feuerungen *a* für Holz (Fig. 39) mit 7 Fuß langen und 18 bis 20 Zoll breiten Rosten, aus schmiedeeisernen, der Länge nach gelegten Stäben bestehend. Der Pfannenboden liegt 5½ Fuß über dem Roste. Die Pfanne ruht mitten auf Stehern *b* und seitwärts auf Zungen *c*, welche letztere Canäle bilden, durch die die Gase in die Essen *d* neben dem Dunstfang *e* entweichen (tyrolisch-österreichisches System).

Fig. 39.



Noeggerath empfiehlt (Civil-Ingenieur 1860, VI. 105) — gestützt auf die Gesetze, nach denen die Uebertragung der Wärme von den Verbrennungsgasen an die von ihnen umspielten Pfannenflächen geschieht —, eine Pfanne *a* von 20 Fuß Breite und 50 Fuß Länge, also mit 1000 Quadratfuß Bodenfläche (Fig. 40 u. 41), unterwärts durch eine Scheidewand *b* in zwei Theile zu theilen, jeder Abtheilung an den entgegengesetzten schmalen Seiten einen 5 Fuß breiten Rost *c* zu geben, dessen 4½ Fuß breiter Zug *d* nur bei *m* eine Wendung macht und bei *e* in einen Canal mündet, welcher entweder zur Trockenkammer oder in den Schornstein führt. Hinter dem Roste erhebt sich die Feuerbrücke *f* und

dahinter fällt der Canal bei *g* so schnell ab, als die Höhe des Zuges erfordert, welche von hier aus allmälig abnimmt. *h* Aschenfall; *i* Luftzuführungscanal; *k* Zungen; *l* Schürloch. Bei der angegebenen Rostlage befinden sich die intensivsten Stellen der Heizflächen nahe den beiden schmalen Pfannenseiten, die

Fig. 40.

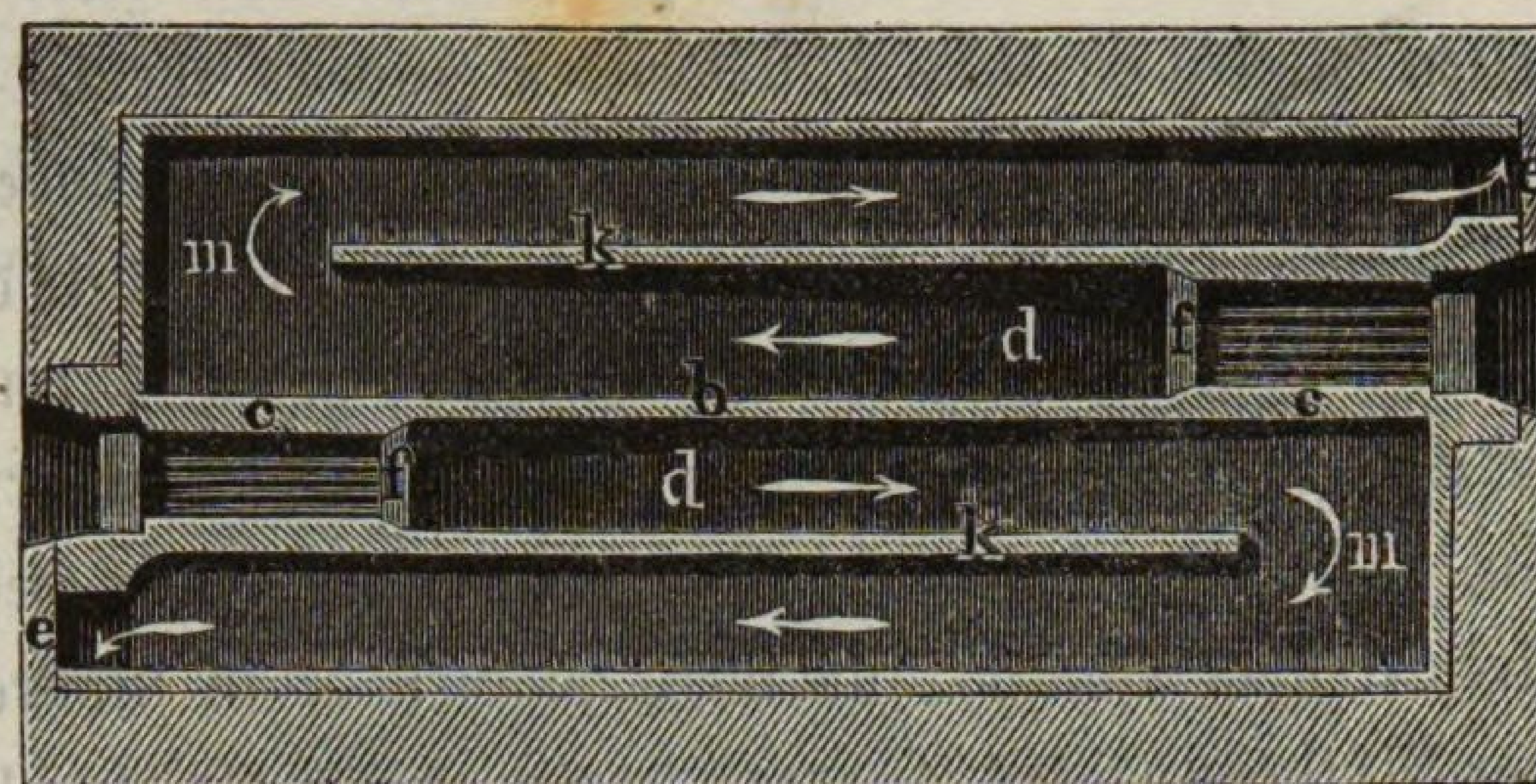
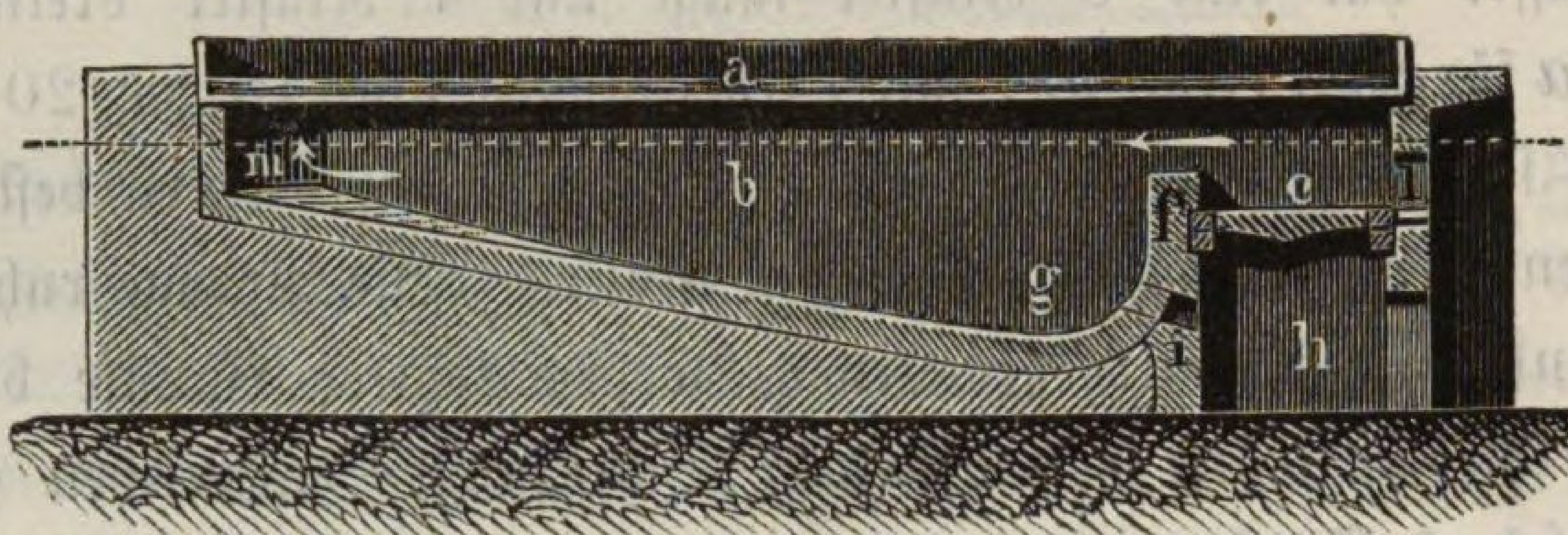


Fig. 41.



Erwärmung nimmt von hier aus nach der Mitte und den langen Seiten gleichförmig ab und durch diese Vertheilung erfolgt ein nahezu gleich starkes Sieden an allen Punkten der Pfanne, mit Ausnahme der schräg ansteigenden Langseiten.

Da nach Erfahrungen in Artern größere Längen der Siedepfannen eine zweckmäßige Anordnung der Laden gestatten, hinter welche das Salz zum Abtropfen und Abtrocknen geschüttet wird, so könnte man der Pfanne von 1000 Quadratfuß Bodenfläche 14 Fuß Breite und 71 $^{3}/_{7}$ Fuß Länge geben. Dabei könnten die Züge, welche man hinter dem 5 Fuß breiten Rost etwas verbreitert, ohne Wendung in der Längenrichtung gerade durchgehen. Bei kleineren Pfannen legt man nur einen Rost in die Mitte einer schmalen Seite, läßt den Hauptcanal bis zum entgegengesetzten Ende gehen und ordnet an beiden Seiten zwei Seitencanäle von der halben Breite des Hauptcanals an.

Mit den Circulirheerden ist zuweilen eine Dampf- und Rauchsiedung, sowie eine Dampf- und Rauchtrocknung verbunden (Dürrheim, Rappenau, Schwäbisch Hall, Rottenmünster, Schwenningen). Eine Hauptsiedepfanne, die zum Stören oder Soggen oder zu beiden dient, wird in gewöhnlicher Weise durch eine Planrostfeuerung mit Circulirheerd erhitzt und der davon abgehende Rauch unter Siedepfannen (Rauchpfannen) und von da entweder direct in

einen Schornstein geführt (Dürrheim, Rappenau) oder zuvor noch unter Trockenpfannen zum Trocknen des Salzes (Schwäbisch Hall). Die Hauptsiedepfanne ist von oben durch den Mantel, an der vorderen und den beiden langen Seiten mit abnehmbaren schrägen Deckladen und an der dem Rost entgegengesetzten Seite durch eine senkrechte feststehende Wand geschlossen. Aus dieser führt auf jeder Seite ein von Brettern gebildeter Canal die entwickelten Wasserdämpfe unter die Dampfpfanne*), deren Heerd durch eine Scheidewand getheilt ist. In jeder dieser Hälften circulirt der Wasserdampf ein- oder mehrmals (Rappenau) hin und her und entweicht dann in eine Esse, oder wird zuvor zum Salztrocknen unter einen Dampftrockenheerd geleitet (Schwäbisch Hall). Der Wasserdampf über der Dampfpfanne zieht in gewöhnlicher Weise ab.

Da man bei dieser Anwendung des Wasserdampfes weniger von seiner fühlbaren, als von der durch seine Verdichtung zu Wasser frei werdenden Wärme Nutzen ziehen will, so bildet sich beim Circuliren der Dämpfe Wasser, welches man dadurch ableitet, daß man die Sohle jeder Heerdabtheilung nach der Mitte neigt und das condensirte Wasser in eine Rinne leitet, welche dasselbe durch ein kupfernes Rohr in einen abwärts gehenden Holzcanal führt. Dampf und Rauch gehen in einen Schornstein, welcher aus mehreren Abtheilungen besteht, von denen abwechselnd die eine für den Abzug des Dampfes, die andere für den Rauch dient. Man verhütet dadurch, daß der Schornstein immer feucht bleibt. Zu St. Nicolas bei Varangeville besteht z. B. der Schornstein aus sechs getrennten Zügen, von denen die vier Züge an den Ecken die Feuergase und die beiden mittleren die Wasserdämpfe abführen. Wie bereits (S. 116) angeführt, müssen die mit hölzernen Borden versehenen Dampfpfannen einen Zinkschutz erhalten.

Durch die Dampfsiedung sollen zu Hall 12 bis 15 Proc., zu Rappenau 9 bis 10 Proc., in Dürrheim und Rottenmünster 20 bis 25 Proc. und mehr des ganzen fabricirten Salzquantums beschafft werden.

Solche günstigen Resultate lassen sich jedoch nur da erreichen, wo man, wie auf den würtembergischen und badischen Salinen, reine concentrirte Soolen bei einer constanten, nahe 100° C. betragenden Temperatur versiedet und dabei eine hinreichende Menge Dampf erhält. Wo man aber behuf Erzeugung eines im Handel gewünschten groben Salzes bei niedrigerer Temperatur soggen muß, da liefert der entwickelte Dampf nicht die zum Erhitzen einer Siedepfanne erforderliche Wärme.

Warth giebt zur Vermehrung des Erzeugnisses der Dampfpfannen folgende Regeln: a) der Abzugsschlauch für die Wasserdämpfe ist an ein

---

*) Baumer, Verbesserungen des Dampfpfannenbetriebes in Dingler's Journ. 168, 425; Warth im Berggeist 1867, Nr. 4 u. 66.

schmales Ende der Pfanne zu stellen; b) die erwärmenden Dämpfe müssen unter der Pfanne den entgegengesetzten Weg zurücklegen, wie die Verdampfungsluft; c) zur möglichsten Sättigung der über den Soolspiegel wegziehenden Luft mit Wasserdampf ist die Geschwindigkeit derselben so viel als thunlich zu vermehren durch Erniedrigung des Mantels; derselbe kann 2 bis 3 Decimeter von der Soolenfläche abstehen; d) Vermehrung der absoluten Mengen der Verdampfungsluft durch Anbringung eines hohen Dampfschlauches mit entsprechendem Querschnitt. Werden diese Regeln befolgt, so wird der neuerdings häufig gehörte Vorwurf wegfallen, daß die Dampfpfannen mehr an Unterhaltung und Räumlichkeit kosten, als an Brennmaterial ersparen.

Rittinger hat ein neues Abdampfverfahren, mittelst einer und derselben Wärmemenge, welche zu diesem Behufe durch Wasserkraft in ununterbrochenen Kreislauf versetzt wird, in Vorschlag gebracht, welches eine wesentliche Ersparniß an Brennmaterial (80 bis 85 Proc.) herbeiführen soll. Eine gewöhnliche Abdampfpfanne ist oben ganz geschlossen und mit einem doppelten Boden versehen. Der über der Soole befindliche Raum steht mit dem hohlen Boden mittelst Röhren in Verbindung, zwischen welche eine doppelt wirkende Luftpumpe eingeschaltet ist. Man füllt alle inneren Theile des mit schlechten Wärmeleitern umgebenen Apparates aus einem benachbarten Dampfkessel mit Dampf z. B. von 100°, bis die Soole selbst die Temperatur desselben angenommen hat, und läßt durch eine mechanische Kraft den Kolben der Luftpumpe einige Male so spielen, daß der Dampf aus dem oberen Raume in den Raum des hohlen Bodens getrieben wird. Alsdann entsteht auf der einen Seite über der Soole in der Pfanne ein dampfverdünnter Raum, auf der anderen Seite wird der Dampf zwischen den Wänden des doppelten Bodens zusammengedrückt. Wäre der Pfannenboden ein schlechter Wärmeleiter, so würde der darin eingeschlossene Dampf weder von seiner freien, noch gebundenen Wärme an denselben abgeben, sondern in verdichteten Dampf übergehen und mit der Verdichtung an Temperatur zunehmen. Dabei würde er aber im Zustande der größten Dichte (gesättigt) bleiben und nach dem Watt'schen Gesetze stets eine gleich große Summe an freier und gebundener Wärme beibehalten, die für jede Gewichtseinheit des Dampfes 650 Wärmeeinheiten beträgt. Die gesättigte Dampfmenge, welche ursprünglich eine Temperatur von 100° hatte, wird daher bei der Verdichtung eine Temperatur von allmälig 105, 110, 115, 120° annehmen, während die gebundene Wärmemenge von 550 auf 545, 540, 535, 530° fällt. Es geht nun aber, da der Pfannenboden ein guter Wärmeleiter ist und da wegen des verminderten Dampfdruckes über der Soole Dampfbildung stattfindet, ein Theil des im Bodenraume condensirten Dampfes in Wasser über und giebt dabei seine gebundene Wärme ab, welche gleichzeitig an neuen aus

der Soole sich entwickelnden Dampf übergeht. Durch fortgesetzte Kolbenbewegung der Luftpumpe tritt ein gewisser Beharrungszustand ein, während dessen sich ein constanter Unterschied zwischen der Temperatur des im Bodenraume condensirten Dampfes und jener der darüber befindlichen Soole einstellt. Während dieses Zustandes giebt der im Bodenraum verdichtete Dampf genau so viel Wärme ab, als der im Pfannenraum entwickelte Dampf zu seiner Bildung bedarf. Dabei wird das Kochsalz in der Soole von seinem Wasser befreit und bleibt krystallisirt auf dem Boden der Pfanne zurück; das entfernte Wasser sammelt sich im Raume des hohlen Bodens.

Es wird also bei diesem Verfahren die Verdampfung nur durch die einmal vorhandene Wärme dadurch continuirlich erreicht, daß man letztere durch mechanische Mittel zur Circulation zwingt. Als mechanische Kraft muß Wasser angewendet werden, da eine Anwendung von Dampf die Vortheile der Brennmaterialersparung mehr als aufheben würde.

Ein Uebelstand bei Ausführung des Verfahrens liegt darin, daß dasselbe einen hermetischen Verschluß des Pfannendeckels verlangt, während doch das ausgeschiedene Salz aus der Pfanne genommen werden muß und damit eine Unterbrechung des Betriebes verbunden ist.

Versuche haben ergeben, daß von einer Soole, welche 18,25 Pfd. Salz im Cubikfuß enthielt, 5,5 Cubikfuß pro Stunde oder 11,9 Pfd. Wasser = 16,2 Pfd. Soole mit 1 Pfd. Holz verdampft wurden, während man gewöhnlich damit nur 6½ Pfd. Soole versiedet.

c[1]) Doppelrost. Eine allen Anforderungen der Neuzeit entsprechende Einrichtung, bei welcher eine sehr vollkommene Rauchverbrennung und eine Brennmaterialersparung bis 10 Proc. erreicht wird, besteht darin, daß man den Rost durch eine Scheidewand der Länge nach in zwei Abtheilungen theilt und jede mit einer Schürthür versieht. Auf der Feuerbrücke mauert man zugleich rechts und links zwei schräg zulaufende Prellpfeiler bis dicht unter den Pfannenboden so auf, daß die von jedem Rost über die Feuerbrücke tretenden Stichflammen sich kreuzen. Wird nun die Feuerung so geleitet, daß es, wenn man auf dem einen Rost schürt, auf dem anderen klar brennt, so findet eine sehr vollständige Verbrennung ohne Rauchbildung Statt.

Bei dieser Einrichtung erhält man bessere Resultate, als da, wo man zwei Feuerbrücken hinter einander legt und zwischen beiden einen geringen freien Raum läßt. Die vordere Brücke, welche zugleich als Auflager der hinteren Rostenden dient, ist unterhalb mit durchgehenden Löchern versehen, um der atmosphärischen Luft behuf der Rauchverbrennung den Eintritt in den Raum zwischen den Feuerbrücken zu gestatten.

b) Treppenroste. Dieselben sind statt der Planroste mit großem Vortheil

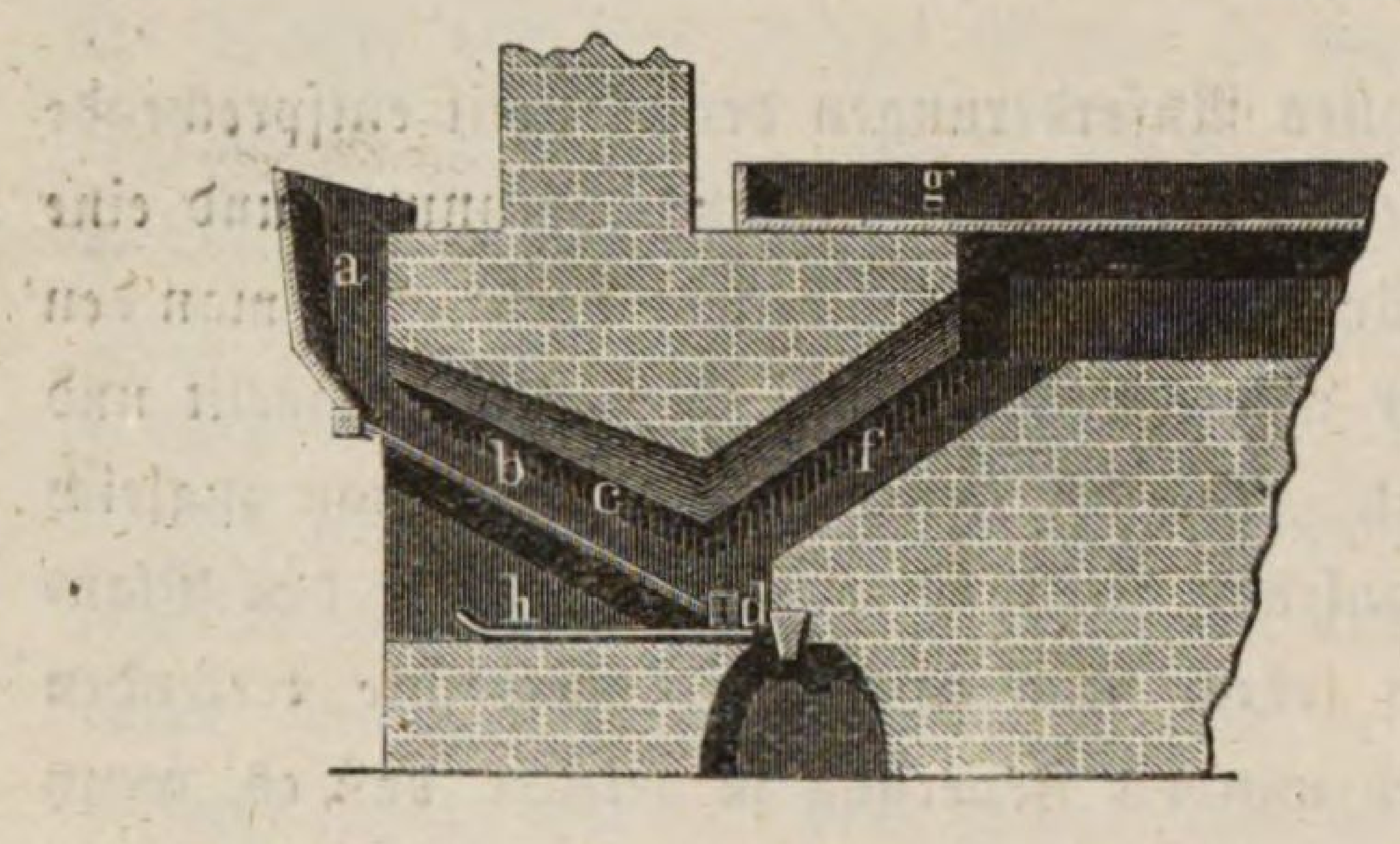
bei erdigen Braunkohlen*), mageren Steinkohlen und leicht zerfallendem Torf anzuwenden und gestatten namentlich eine gute Verwerthung des Brennmaterialkleins.

Zu Artern, wo man früher gepreßtes Braunkohlenklein auf Planrosten anwendete, hat man seit Einführung der Treppenroste 13 Proc. an Braunkohlen und 50 Proc. an Pfannenblechen und Nieten gespart, während sich die Leistung der Pfannen um 30 Proc. vermehrt hat. Die Pfannen bleiben länger brauchbar, als bei Planrosten, weil die Treppenroste bei der gleichmäßigen Beschüttung eine anhaltend hohe Temperatur geben.

Auch zu Schönebeck, Halle, Dürrenberg und Kösen hat man für klare Braunkohle Treppenroste eingeführt statt der Feuerung auf Planrosten mit geformten Braunkohlen (S. 122).

Die Einrichtung dieser Feuerung mit Braunkohlen zu Artern ist nachstehende (Fig. 42): *a* Rumpf von Eisenblech zur Aufnahme der Kohlen; *b* Rostbalken oder Treppenwangen von 32 bis 33° Neigung, zwischen welche die Roststäbe so eingelegt werden, daß zwei Flächen derselben horizontal, die beiden anderen parallel der Neigungsrichtung der Rostbalken liegen. Die Rostbalken haben bei 6 Fuß Länge 41½ Zoll Saigerhöhe und 64 Zoll Sohle und ruhen auf einer gußeisernen Sohlplatte *i*. Je nach der Größe der Siedepfannen wird der Rost aus 4 bis 6 Rostfeldern zusammengesetzt. Ueber dem Rost befindet sich ein Gewölbe *c* von 10 Fuß Spannung, 4 Zoll Höhe am Kopfe und 18 Zoll am Fuße. Die Flamme tritt durch den gewölbten, mittelst einer Zunge getheilten Canal *f* unter die Pfanne *g* und circulirt mehrmals unter derselben, bevor sie unter die Trockenpfanne zieht. Man muß mittelst

Fig. 42.



eines Räumeisens die Fugen zwischen den Roststäben offen erhalten; das Brennmaterial fällt von selbst auf den Rost und die Asche gelangt in die am Boden mit einem Schieber *h* versehene Vertiefung *d* von 18 Zoll Breite, 1 Fuß Höhe und der Länge des Rostes, aus welcher sie beim Oeffnen desselben in einen untergeschobenen eisernen Wagen fällt.

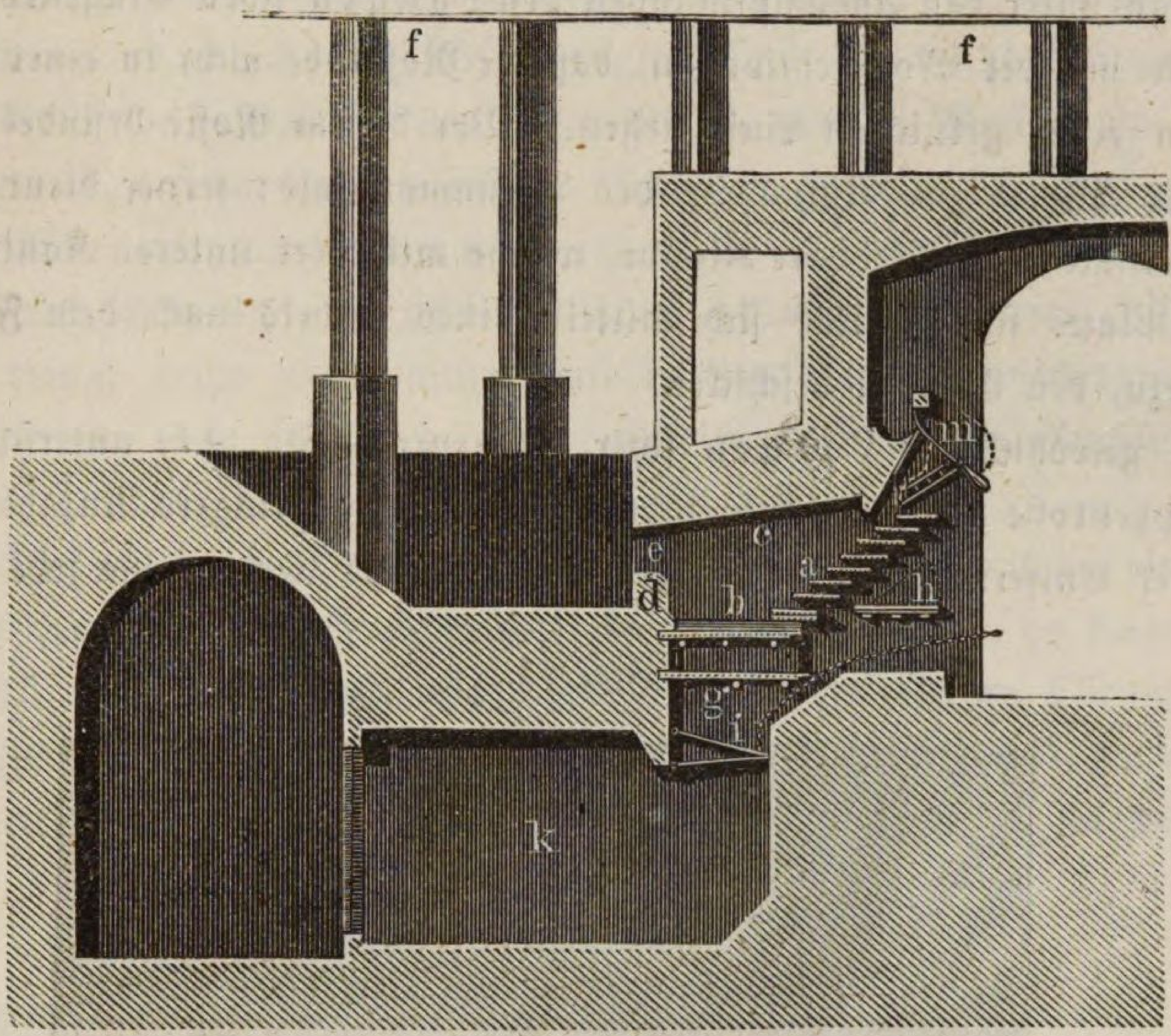
Bei 6 Fuß Höhe, 10 Fuß Breite des Rostes und bei 60 Quadratfuß

*) Oesterr. Zeitschr. 1863, S. 131.

Rostfläche verbrannte man in 24 Stunden auf 1 Quadratfuß Rostfläche 2,33 Tonnen Braunkohlen mehr, als auf einem Planrost, aber dafür können auch 30 Proc. Salz bei gleicher Siedefläche mehr gefertigt werden.

Zu Ebensee wird auf einem mit Planrost *b* (Fig. 43) combinirten Treppenrost *a* bei rauchfreier Verbrennung Traunthaler Braunkohle verwendet. Der Treppenrost ist mit einem nach der Pfanne zu geneigten Gewölbe *c* über-

Fig. 43.



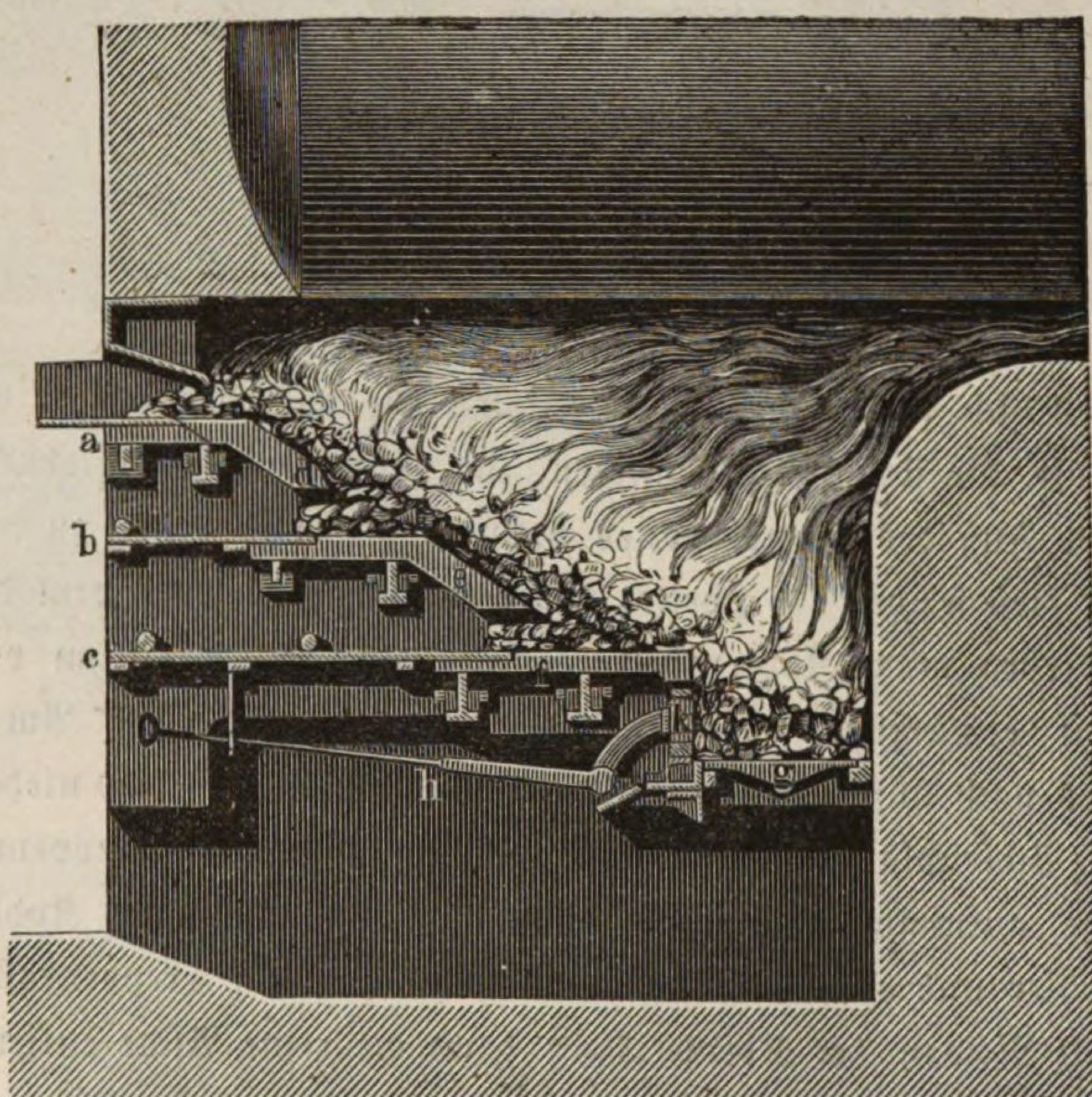
baut, welches sich stark erhitzt und dadurch die nach demselben zuströmenden Gase und Luft, die sich inniger mischen, zur vollständigeren Verbrennung veranlaßt. Am Fuß des Treppenrostes befindet sich nach innen zu ein Planrost *b* und unter diesem noch ein zweiter engerer Rost *g*, auf welchem die durchgefallenen unverbrannten Kohlentheile verglimmen und die zum oberen Rost tretende Luft erwärmen. *d* Feuerbrücke, *e* Flammloch. Am Fuße des Treppenrostes nach außen hin ist eine an einer Achse auf- und niederklappbare Eisenplatte (Achsenplan) *h* angebracht, welche die vom Treppenrost ausgezogene Asche aufnimmt. Die in letzterer noch vorhandenen Kohlentheilchen verglimmen hier und erwärmen dabei ebenfalls die zum Treppenrost strömende Luft. Durch Neigen der Klappe kann dann die reine Asche entfernt werden. Die Sohle des Aschenfalls bildet ebenfalls eine bewegliche Klappe *i*, welche beim Senken die darauf liegende Asche in ein Gewölbe *k* entläßt. Der Chargirtrichter *m* besitzt oben und unten eine mittelst Kette verbundene Klappe, so daß sich beim Aufheben der oberen die untere schließt. Durch Löcher in der

oberen Klappe läßt sich nöthigenfalls Luft über den Rost leiten. *f* Siedepfanne. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt; nur dürfen die Kohlen nicht zu naß sein (Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1866, Nr. 18). — Zu St. Nicolas im Departement Meurthe werden die Pfannen durch einen mit einer Schüttelvorrichtung versehenen Treppenrost befeuert (Oesterr. Zeitschr. ꝛc. 1863, S. 113).

c) Etagenroste. Auf dem Salzwerk St. Nicolas bei Varangeville wendet man unter den Abdampfpfannen den Langen'schen Etagenrosten ähnliche Roste mit der Modification an, daß die Roststäbe nicht in einer geraden, sondern in einer geknickten Linie liegen. Vor diesem Roste befindet sich eine horizontale Platte zur Aufnahme des Brennmaterials; ferner dient eine um ihre horizontale Achse drehbare Klappe, welche mit ihrer unteren Kante auf die erwähnte Platte schließt und sich mittelst eines Hebels nach dem Feuer hin öffnet, dazu, den Rost zu beschicken.

Ein gewöhnlicher Langen'scher Etagenrost (Fig. 44) unterscheidet sich vom Treppenroste hauptsächlich dadurch, daß eine geringere Anzahl Treppen in größerer Entfernung, 4 bis 6 Zoll, von einander liegen, eine jede derselben

Fig. 44.



wieder aus Roststäben besteht und das Schüren von hinten geschieht. Schiebt man die Kohlen dann allmälig vor, so werden sie erst vorgewärmt, dann verkohlt und die dabei entwickelten Destillationsproducte sind gezwungen, durch

bereits glühende Kohks in den Heizraum zu treten, in Folge dessen eine vollständigere, rauchfreie Verbrennung stattfindet. Bei der gewöhnlichen Rostfeuerung tritt die kalte Luft unter dem Rost unmittelbar ins glühende Brennmaterial, kühlt die Verbrennungstemperatur ab, die Destillationsproducte vom Brennstoff streichen theilweise unverbrannt durch das frisch aufgegebene Brennmaterial, kühlen sich dabei und in Folge dessen gelangt über den Rost eine große Menge unverbrannter Gase und Dämpfe, welche, wenn sie nicht auf passende Weise weiter verbrannt werden, Rauch geben. *a, b c* sind horizontale Platten, an welche die 28° geneigten Roste *d*, *e* und *f* stoßen, welche einzelne Roststäbe enthalten, von denen die im obersten Rost *d* am weitesten, im unteren Rost *f* am engsten stehen. Auf dem horizontalen Rost *g* sammelt sich die Asche an, welche durch die ebenfalls mit Roststäben versehene und mittelst eines Hebels *h* zu öffnende Thür *k* ausgezogen wird. Durch den Rost *g* dringt heiße Verbrennungsluft in den Verbrennungsraum. Beim Schüren schiebt man die Steinkohlen mittelst einer Krücke allmälig auf den Platten *a, b* und *c* vor.

d) Pultfeuerung*). Dieselbe besteht darin, daß das auf einem Roste liegende Brennmaterial (Braunkohlen, loser Torf) oder nur an beiden Enden *b* (Fig. 45, 46) unterstützte Holzscheite *a* in einem kleinen Ofenschacht von der atmosphärischen Luft von oben nach unten durchstrichen und die unter dem Brennmaterial abziehenden heißen Gase durch den Canal *d* in den zu er-

Fig. 45.

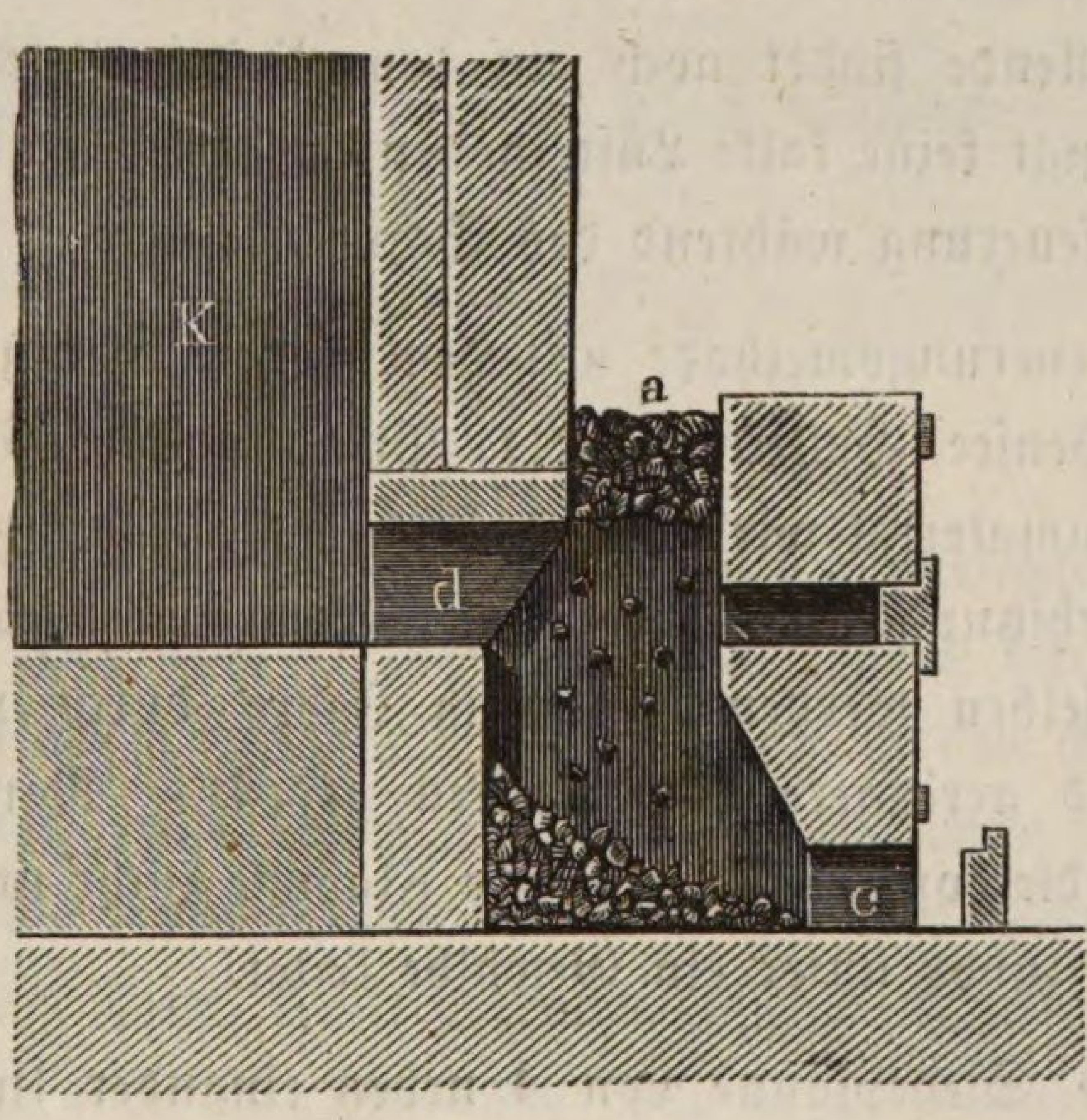
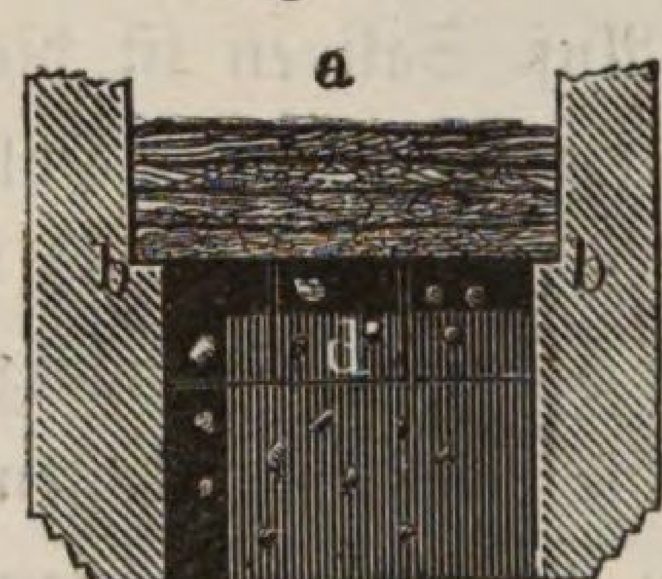


Fig. 46.



*) Sponfelder, über richtige Lage und Größe des Feuersitzes bei Pultöfen in Dingler's Journ. 175, 268; Posch im Leoben. Jahrb. 1859, Bd. 8, S. 112; Hellmann in Dingler's Journ. 110, 93.

hitzenden Raum geleitet werden. Damit die Feuergase in denselben eindringen können, muß er zuvor etwas erhitzt werden, um Zug zu erzeugen.

Die vom Feuerheerd herabfallende Kohle verbrennt im Aschenfall, indem man durch die mit einem Register versehene Oeffnung *c* Luft zutreten läßt. Die Verbrennungsproducte ziehen dann ebenfalls nach *d* hin. Läßt man durch *c* zu viel Luft einströmen, so verbrennen die Kohlen zu rasch und der Luftüberschuß kühlt ab, während bei zu großer Aufhäufung von Kohlen, also Verstopfung der Oeffnung *c*, die Temperatur ebenfalls sinkt, weil die Verbrennung der Kohlen wegen Luftmangels unvollständig wird. Beim Salzsieden, wo es nur niedrigerer Temperatur bedarf, stellt man den unteren Zug gewöhnlich ganz ab, macht den Heizpult schmäler und wirft gröbere Holzscheite auf, als da, wo es sich um Erzeugung höherer Temperaturen handelt.

Auch führt man die mehr oder weniger erwärmte Verbrennungsluft wohl seitwärts zum Brennmaterial und leitet die Verbrennungsproducte auf der entgegengesetzten Seite seitwärts in den zu heizenden Raum (Fig. 47).

Während bei einer gewöhnlichen Rostfeuerung die Verbrennung über dem Roste in den unteren Schichten des Brennmaterials stattfindet und die heißen Verbrennungsproducte gemeinschaftlich mit der ihres Sauerstoffs beraubten heißen Luft die oberen Brennmateriallagen durchstreichen, wirken sie auf dieselben verkohlend ein; es entsteht Rauch, der nicht immer wieder verbrennt und dadurch Brennmaterialverlust herbeiführt. Bei der Pultfeuerung verbrennen immer nur dünne Lagen Brennmaterial und zwar bei stetem Luftzutritt von oben, wodurch die Verbrennung vollständiger wird und keine Rauchbildung stattfindet. Das durch den Rost Hindurchfallende findet noch auf dem Boden Gelegenheit zu verbrennen. Außerdem dringt keine kalte Luft in den zu heizenden Raum, wie bei der gewöhnlichen Rostfeuerung während des Schürens.

Auf Salinen ist diese Feuerungsmethode mit dem besten Erfolg angewendet und zwar für Holz (Ebensee, Hallein, Ischl), Braunkohlen (Ebensee) und Torf (Aussee). Das Brennmaterial wird sehr vollständig ausgenutzt, man erhält bei der gleichmäßigen Erhitzung der Pfanne ein gleichmäßiges Salzkorn und die größeren Kosten desselben werden in einem Jahre durch verminderten Bodenblechaufwand und geringere Reparaturen gedeckt. Man schont den Boden dadurch, daß man die vom Rost kommende Flamme nicht unmittelbar unter die Pfanne, sondern zuvor unter ein Gewölbe leitet.

Zu Ebensee wird eine Siedepfanne von 4 neben einander liegenden Pultöfen mit Holzfeuerung geheizt, welche folgende Einrichtung haben (Fig. 47 u. 48). Fig. 47 Längendurchschnitt nach *ab*. Fig. 48 Vorderansicht und Querdurchschnitt nach *cd*. Der auf einer gemauerten mit einem Geländer versehenen Bühne *a* stehende Arbeiter wirft Holzscheite von gleicher Länge

über die Bank *b* weg auf den aus 11 geformten Stäben bestehenden Ziegelrost *c* und hält den Raum *d* immer bis oben mit Holz gefüllt.

Die Verbrennungsluft tritt durch die Oeffnungen *e* und *f* in den Raum *d*. Aus demselben schlägt durch fünf Füchse *g* die Flamme vom Roste auf den Heerd *h* und zieht unter der auf cylindrischen Stehern *i* aus Ziegelsteinen

Fig. 47.

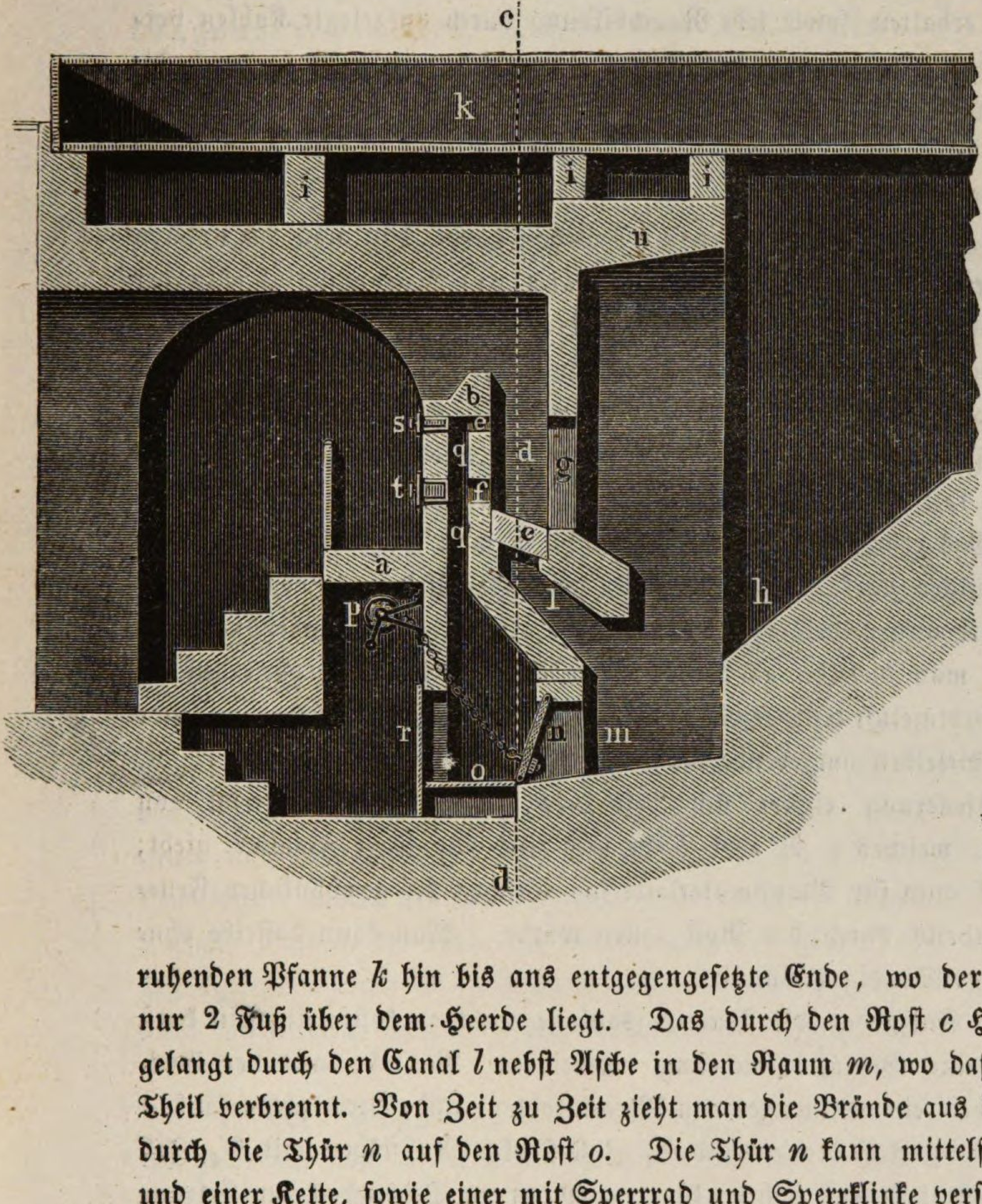
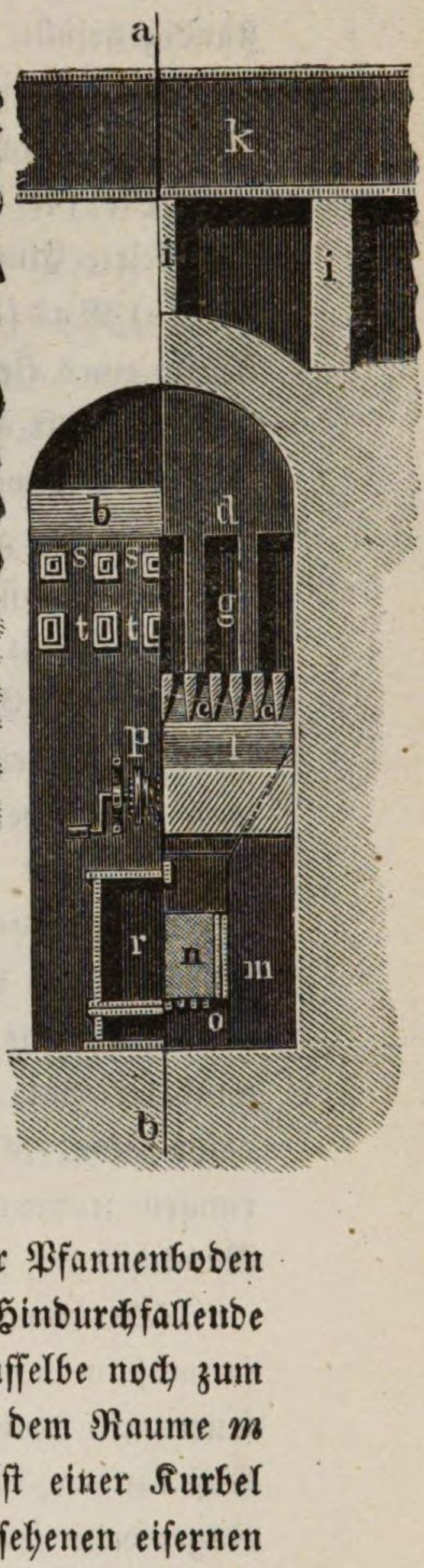


Fig. 48.



ruhenden Pfanne *k* hin bis ans entgegengesetzte Ende, wo der Pfannenboden nur 2 Fuß über dem Heerde liegt. Das durch den Rost *c* Hindurchfallende gelangt durch den Canal *l* nebst Asche in den Raum *m*, wo dasselbe noch zum Theil verbrennt. Von Zeit zu Zeit zieht man die Brände aus dem Raume *m* durch die Thür *n* auf den Rost *o*. Die Thür *n* kann mittelst einer Kurbel und einer Kette, sowie einer mit Sperrrad und Sperrklinke versehenen eisernen Rolle *p* auf- und zugemacht und in jeder Stellung gehalten werden. Durch die auf dem Roste *o* entwickelte Hitze wird die Verbrennungsluft in dem Raume *q* erhitzt, welche durch die Oeffnungen *e* und *f* zum Holze tritt. Der untere Rost und der Aschenfall sind durch eine Thür *r* verschließbar. Die fünf Oeffnungen *s* sind Luftcanäle, nach Belieben zu öffnen und zu schließen, *t*

verschließbare Oeffnungen zum Ausziehen der Schlacke vom Roste. Die Pfanne liegt so, daß etwa nur $^2/_3$ ihres Bodens direct von der Flamme getroffen, $^1/_3$ durch die strahlende Wärme des stark erhitzten übrigen Heerdraumes erwärmt wird. Zum Schutz der Pfanne tritt die Stichflamme zunächst unter das Feuergewölbe *u*. Die vom Heerde abziehenden Gase dienen zur Erwärmung von 14 Trockenkammern, ehe sie aus dem Heerd ins Freie gelangen. Bei Bedienung des Ofens hat man nur dafür zu sorgen, daß der Raum *d* immer vollständig gefüllt erhalten, sowie jede Rauchbildung durch aufgelegte Kohlen vermieden und durch Regulirung des Abzugs der verbrannten Gase durch die Register verhindert wird.

Die für Braunkohlenfeuerung bestimmten Pultöfen haben eine etwas modificirte Einrichtung.

e) Gasfeuerungen. Dieselben bestehen darin, daß man im unteren Theile eines kleinen Schachtofens (Gasgenerator) Brennmaterial entweder durch Zugluft auf einem Roste oder durch Gebläseluft verbrennt. Dabei erzeugt sich neben etwas Kohlenoxydgas hauptsächlich Kohlensäure, welche beim Aufsteigen in den glühenden Brennmaterialschichten sich zu Kohlenoxydgas reducirt. Man leitet dasselbe über eine Feuerbrücke unter die Siedepfanne, nachdem es sich vorher mit kalter oder erhitzter Zug- oder Gebläseluft gemengt hat. Das verbrennende Gas erhitzt die Pfanne. Je nachdem man die Verbrennungsluft mehr oder weniger stark erhitzt und Zug- oder Gebläseluft anwendet, kann man eine höhere und niedrigere Temperatur erzeugen. Bei Anwendung von Zugluft leitet man dieselbe am besten durch einen Schlitz von oben auf die Feuerbrücke; Gebläseluft tritt gewöhnlich durch über der Feuerbrücke mündende Düsen in das dieselben umgebende Kohlenoxydgas ein.

Die Gasfeuerung eignet sich besonders für ein Brennmaterial von minderer Güte, welches z. B. viel Asche und eine nur kurze Flamme giebt; dann besonders auch für Brennmaterialklein, welches bei gewöhnlichen Feuerungen großentheils durch den Rost fallen würde. Man kann dasselbe ohne Rauchbildung vollständig ausnutzen.

Da beim Salzsieden die Feuerungsanlage nicht zu kostspielig sein darf, so muß man eine Gebläsevorrichtung vermeiden. Versuche mit der Gasfeuerung, wobei ein Gemenge von Braunkohlen und Steinkohlen auf 4 Fuß langen, $3^1/_2$ Fuß breiten und $^5/_4$ Zoll starken Roststäben mit $^3/_4$ Zoll Fugenweite in drei 3 Fuß hohen Zuggeneratoren zu Schönebeck zur Heizung einer Pfanne mit 1000 Quadratfuß Bodenfläche verbrannt wurden, ergaben, daß man nicht mehr Brennmaterial zur Erzeugung derselben Salzmenge brauchte, als bei guten Circulirheerden, daß eine Gasfeuerung zur Abdampfung von reichen Steinsalzsoolen sehr zweckmäßig anzuwenden, dieselbe aber für die Versiedung von natürlichen Soolen weniger zu empfehlen ist. Letztere

erfordern eine mehr oder weniger bedeutende Abstörung und Reinigung, dabei muß die Pfanne häufig entleert werden, so daß bald eine Abkühlung der ganzen Anlage, bald die schnelle Entwicklung einer höheren Temperatur nöthig wird. Dazu eignet sich die Gasfeuerung nicht, weil dieselbe eine mehr gleichmäßige, nicht allzu hohe Temperatur giebt, welche meist nicht hinreicht, noch das Salz gehörig zu trocknen.

f) Benutzung der Abfallwärme von anderen Heiz- und Feuerungsvorrichtungen. Man hat wohl die Abfallwärme von Kohksöfen zum Salzsieden benutzt. Bei langen Pfannen werden an jede kurze Seite zwei Kohksöfen gelegt, aus denen man die Gase in 4 Zoll breiten Canälen unter die Pfanne zum Verbrennen treten läßt. Der Betrieb der Kohksöfen wird so eingerichtet, daß immer zwei derselben im Brande stehen, wenn die beiden anderen bald ausgebrannt sind. Gleichzeitig muß ein Hülfsrost unter der Pfanne vorhanden sein, auf welchem man im Nothfalle, namentlich wenn man nur zwei Kohksöfen hat, feuern kann. Man spart die Hälfte des sonst nöthigen Brennmaterialaufwandes.

In einer Siedepfanne von 880 Quadratfuß Bodenfläche verdampfte man bei zwei Kohksöfen und einem Verbrauche von noch 5 Klaftern Holz zum Stören 5280 Cubikfuß Wasser und producirte 890,44 Ctnr. Salz im Laufe eines Monats. Von in dieser Zeit gemachten 30 Füllungen Steinkohlen im Gewichte von 696 Ctnr. erfolgten 375,94 Ctnr. Kohks bei einem Ofengange von 35 bis 53 Stunden. Es können bei dieser Einrichtung leicht Störungen im Siedebetrieb vorkommen.

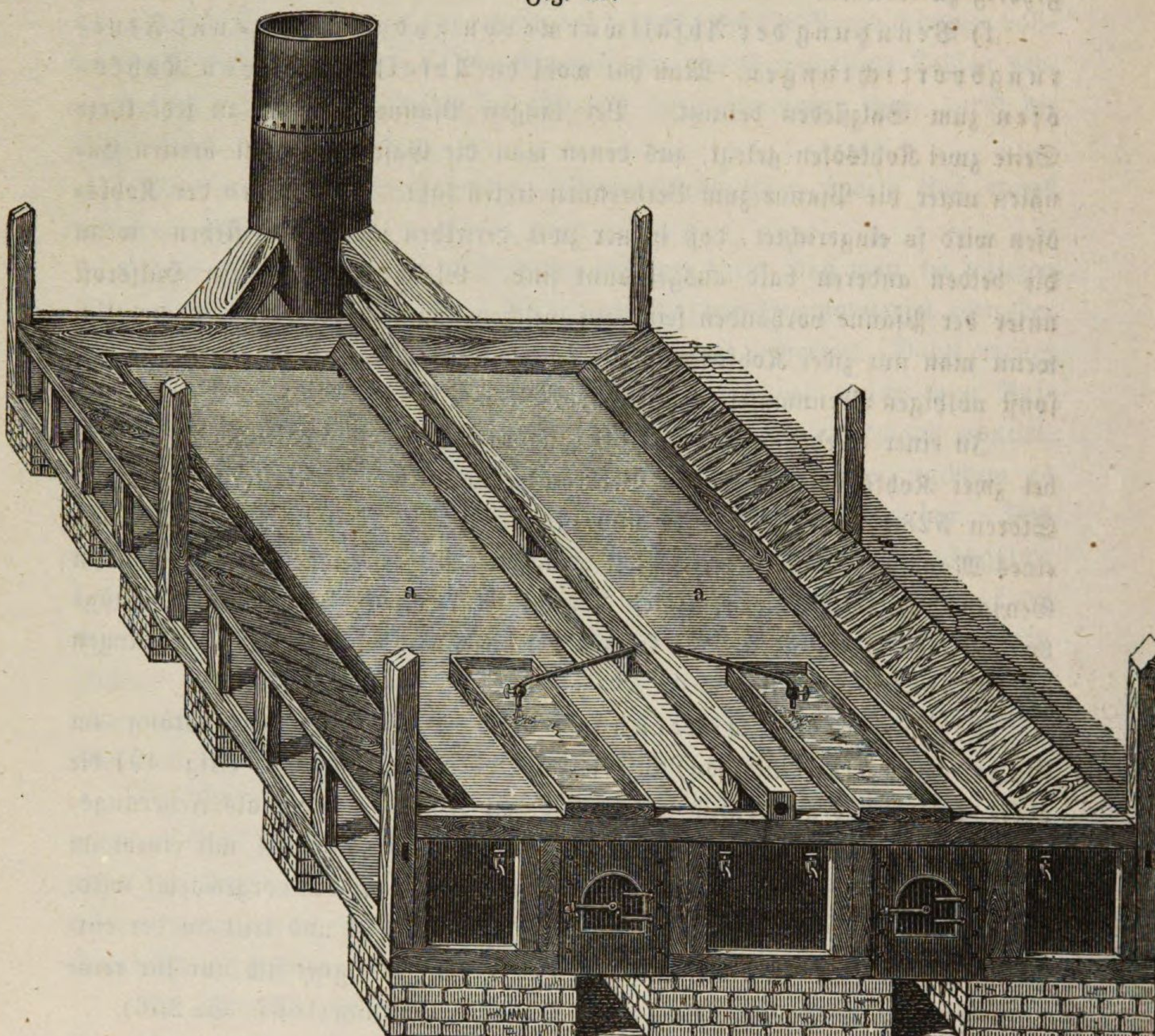
g) Dampfkesselfeuerung. Nach Chapin's Einrichtung im Saginawthale (Michigan) bildet den Boden der Pfanne *a* (Fig. 49) die obere Seite eines gewöhnlichen langen Dampfkessels, welcher als Feuerungsraum und Canal dient. An den Seiten ist der Dampfkessel mit einem im Querschnitt ovalen Mantel umgeben, in welchem die Soole vorgewärmt wird. Dieselbe läuft in der Nähe der Feuerung in den Mantel und tritt an der entgegengesetzten Seite in die Pfanne. Dieses Verfahren eignet sich nur für reine nicht concentrirte Soolen (Berg- und Hüttenm. Zeitung 1867, S. 256).

4) Der Dampfmantel, Dunst-, Schwaden- oder Brodenfang.

Es giebt nur noch wenig Salinen, welche über der Siedepfanne keinen Dampfmantel haben, so daß der Dampf in den Dachstuhl geht (Windsford in der Grafschaft Chester, Hallstadt). Zuweilen hängen nur an der Bärseite oder Salzziehseite Leinwandgardinen, jedoch hinter dem Pfannenrande herab, unten wohl durch hölzerne Stangen beschwert (Ischl, Aussee). Ein Dampfmantel empfiehlt sich aber unter allen Umständen, indem er den Wasserdampf unter Zutritt von trockner Luft von dem Spiegel der Flüssigkeit hinwegführt und dadurch

ein rascheres Abdampfen möglich macht, außerdem auch das Hineinfallen von Staub ꝛc. in die Soole verhindert und die verdampfende Soole vor dem schädlichen Zutritt kalter Luft schützt, welche die Dämpfe condensiren und in die Pfanne zurückführen würde. Man giebt dem Dampfschlot zweckmäßig einen Querschnitt von $^1/_{32}$ der Pfannenbodenfläche, hängt den hölzernen Mantel

Fig. 49.



f (Fig. 50) einige Fuß ($2^1/_2$ bis 3 Fuß) über der Pfanne an der Deckenzimmerung auf und verschließt die offenbleibenden Seiten entweder mit Klappen, welche mit Bändern am Mantelgevier befestigt sind, oder ersetzt die Klappen durch wegnehmbare schräge Deckladen *i*, auch wohl durch Schieber. Zweckmäßig stehen die Laden mit ihrer Unterkante in einem rinnenartigen Falze *k*, aus welchem die condensirten Wasserdämpfe fortgeführt werden können. Auch wird dadurch ein sehr dichter Verschluß erreicht. Findet bei undichtem Verschluß Zug auf die Soole Statt, so kann auf derselben eine unerwünschte krystallinische

Decke und mit derselben eine schlechte Kornbildung eintreten. Es sind deshalb die hölzernen Klappen solchen vorzuziehen, welche aus einem mit Leinwand beschlagenen Holzrahmen bestehen.

Zuweilen hängen, was aber weniger zweckmäßig ist, die Klappen an der Ziehseite hinter dem Pfannenbord (Ebensee), oder statt der Holzklappen sind Gardinen von Leinwand vorhanden, unten mit hölzernen Stangen beschwert (Ebensee).

Eine solche unvollkommene Einrichtung mag da passiren, wo man öfters, vielleicht alle paar Stunden, das Salz auszieht, nicht aber, wo dies immer nach Tagen geschieht.

Gut schließende niedrige Mäntel gestatten einen rascheren Abzug der Dämpfe, als höhere; auch verdichtet sich bei ihrer geringeren Oberfläche nicht so viel Wasser, welches zum nochmaligen Verdampfen einen neuen Aufwand an Brennmaterial erfordert.

Durch einen Schieber in der Dampfluke sucht man deren Oeffnung so zu reguliren, daß eben so viel Dampf durch dieselbe entweichen kann, als sich entwickelt, wo dann am wenigsten davon sich condensirt. Der entweichende Dampf (Brodem, Brieden) besteht nicht bloß aus Wasser, sondern enthält auch Soolenbestandtheile. In 10000 Gew.-Th. eines solchen verdichteten Dampfes von Artern fand Heine:

	Vom Stören.	Vom Soggen.
Chlornatrium	9,41	12,41
Schwefelsauren Kalk	1,95	0,92
Schwefelsaure Magnesia	—	1,03
Schwefelsaures Kali	1,00	1,17
Schwefelsaures Eisenoxyd u. Thonerde	0,20	0,92
Chlorkalium	6,00	—
Chlormagnesium	1,40	—
Kieselsäure	0,03	—
Organische Substanz	0,46	0,56
	15,05	17,01

Aus dem Pfannenmantel geht der Dampfschlot (Fig. 50) 25 bis 50 Fuß in die Höhe. Gewöhnlich erweitert sich derselbe nach oben und ist wohl mit einem Dampfdach *m* zum Schutz gegen Gewitterregen ꝛc. versehen. Man läßt sich die Dampffänge ohne Grund nach oben erweitern, während der Theorie nach eine Verengerung zweckentsprechender ist. Am einfachsten und billigsten ist eine Construction mit senkrechten Wänden und quadratischem Querschnitt von 2 bis 3 Fuß Seitenlänge.

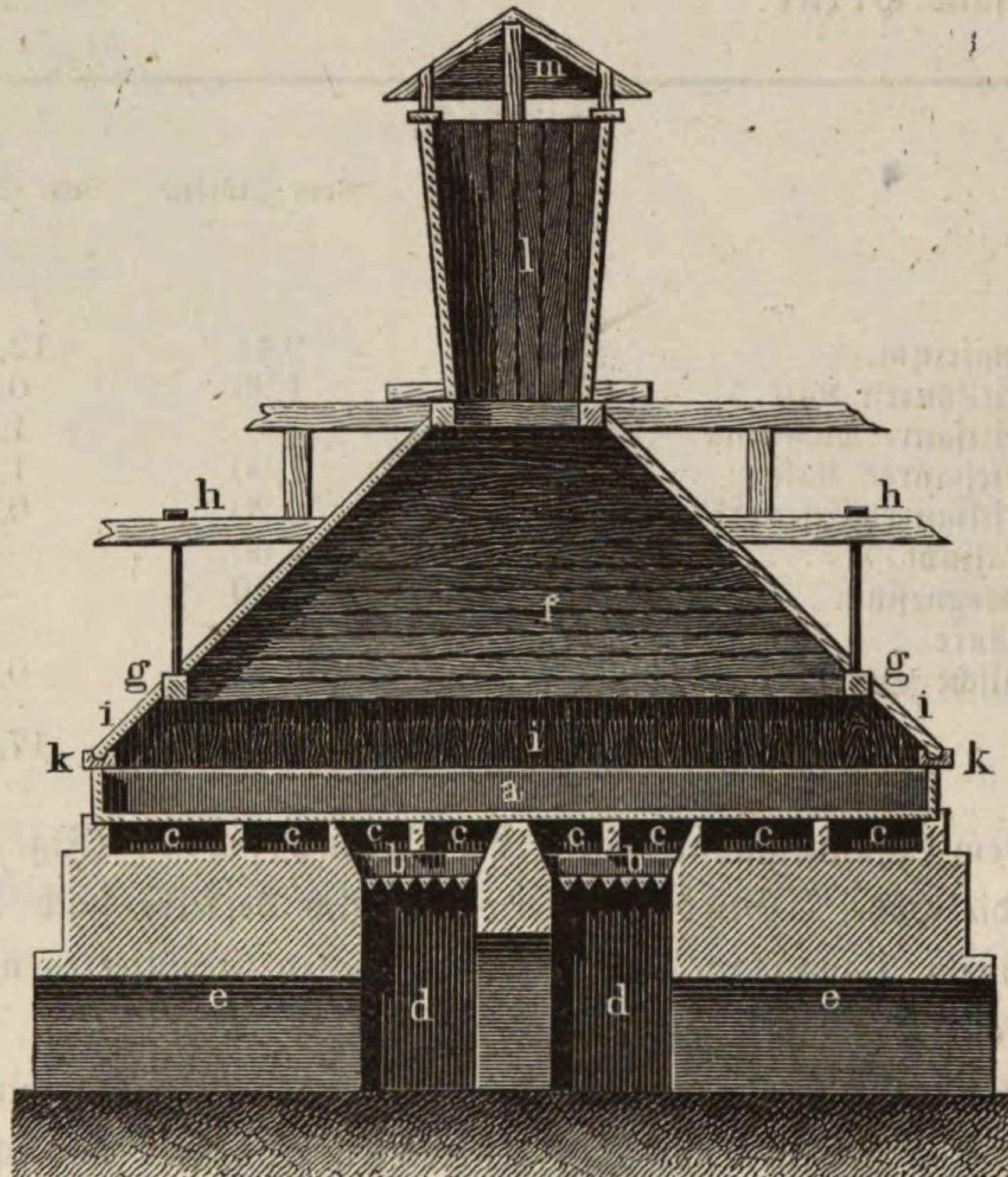
Auf den Salinen des Salzkammerguts, wo rasch gesotten und eine größere Menge Dampf in kurzer Zeit erzeugt wird, bringt man über einer Pfanne wohl mehrere solcher Dunstfänge an (Ebensee), was nicht erforderlich sein dürfte, da die Dämpfe bei der hohen Siedetemperatur mit einer verhältnißmäßigen Geschwindigkeit abziehen.

Man legt den Dampfschlot entweder an die der Feuerung entgegengesetzte Seite oder in die Mitte oder nach der Vorderseite zu (Königsborn). Letztere Lage empfiehlt sich besonders bei Dampfsiedepfannen, in welchen überall eine ziemlich gleichförmige Temperatur herrscht, während bei durch Feuer erhitzten Pfannen die erstere Construction vorzuziehen sein dürfte, weil man dabei ein gleichmäßigeres Abziehen der Dämpfe über der nicht gleichmäßig geheizten Siedepfanne weg erreicht.

Zwei Dampfschläuche bei einer Pfanne (Rappenau) wirken störend auf die Verdampfung des Wassers, denn während der eine die Dämpfe abführt, tritt durch den anderen kalte Luft ein.

Eine ganze Siedevorrichtung hat die in Fig. 50 dargestellte Construction: *a* Siedepfanne, *b* Feuerung, nach hinten ansteigend; *c* Züge des Circulirheerdes (man vergl. Fig. 36 bis 38); *d* Aschenfall, darüber der Plan=

Fig. 50.



rost; *e* Luftzuführungscanäle; *f* hölzerner Dampfmantel, dessen Gevier *g* an dem Gebälke *h* aufgehängt ist; *i* Deckklappen oder Laden, entweder am Mantelgeviere mit Bändern befestigt oder wegnehmbar. Mit ihrer Unterkante stehen die Laden in einem rinnenförmigen Falz *k*; *l* Dunst- oder Dampfesse; *m* Dampfdach.

Behne giebt in Karmarsch's Supplementen zu Prechtl's technologischer Encyklopädie 1865, Bd. 4, S. 191, Taf. 106 bis 108 die Zeichnung von einem Siedegebäude mit vier großen Pfannen zur jährlichen Production von 8320000 Kilogr. getrocknetem feinkörnigen Salz bei Verarbeitung 25procentiger Siedesoole.

B. Manipulationen beim Salzsieden.

Arbeitsperioden. Die bei der Salzsiedung vorkommenden Arbeitsperioden sind: die Periode des Störens, während deren die Soole zur Gaare gedampft und gleichzeitig gereinigt wird; diejenige des Soggens, die Abscheidung des Kochsalzes durch fortgesetztes Sieden bezweckend, und diejenige des Salztrocknens.

Modificationen beim Sieden. Die beim Versieden des Salzes stattfindenden Abweichungen werden hauptsächlich veranlaßt:

a) Durch den Grad der Sättigung der Siedesoole mit Kochsalz*) und der Reinheit. Es versieden z. B. die Salinen von Schönebeck, Halle und Dürrenberg gradirte Salzquellen-Soolen mit 24 bis 27 Proc. Salz, welche in rohem Zustande resp. 4½, 8½ und 11½ Proc. Salz enthalten; in Staßfurt ist eine Soole mit etwa 17 Proc. versotten. Die in Baden, Würtemberg, Bayern und Oesterreich durch Auflösen von Steinsalz oder durch Sinkwerke oder mit Hülfe von Bohrlöchern erhaltenen Soolen haben einen Salzgehalt von 24 bis 26 Proc., sind auch wohl ganz gesättigt. Die Soolen in Würtemberg sind die reinsten. Gesättigte reine Soolen werden ohne Weiteres durch allmäliges Verdunsten des Wassers bei niedrigerer Temperatur (Soggen) auf Salz versotten (badische, würtembergische, österreichische Salinen), während ungesättigte Soolen bei höherer Temperatur durch lebhaftere Verdunstung concentrirt und dabei noch von fremden Salzen gereinigt werden, welche, ihres Lösungsmittels beraubt, zu Boden fallen (Stören, Stöhren, schlotage).

Nach den Untersuchungen von G. Karsten stehen Siedepunkt und Kochsalzgehalt in nachstehendem Verhältnisse:

---

*) Einfluß der Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen im Berggeist 1866, Nr. 59.

Siedepunkt.	Kochsalzgehalt.	Sättigungs-punkt.
107,9° C.	26,8 Proc.	+ 15,3° C.
108,8 „	29,1 „	+ 100 „
108,9 „	29,4 „	+ 107,9 „

Hieraus ergiebt sich, daß eine bei 15,3° C. gesättigte Soole mit 26,8 Proc. Kochsalzgehalt bei weiterem Erhitzen über diese Temperatur nicht mehr gesättigt bleibt und daß bei dem fast Zusammenfallen der Sättigungstemperatur von 107,9° und des Siedepunktes erstere unter dem gewöhnlichen Luftdruck nicht weiter erhöht werden kann, somit der Salzgehalt von 29,4 Proc. die Grenze des Gehalts einer darstellbaren gesättigten Soole ausmacht. Es kann deshalb eine Ausscheidung von Kochsalz aus einer in Siedehitze erhaltenen Soole erst dann eintreten, wenn durch Wasserverdampfung, also während der Störperiode, sich der Salzgehalt auf 29,4 Proc. angereichert hat.

Beide Processe, der Stör- und Soggeproceß, werden in neuerer Zeit meist in ein und derselben Pfanne ausgeführt (österreichische, bayerische, würtembergische Salinen, wo man in ein und derselben Pfanne ziemlich gesättigte Soolen einige Stunden erwärmt und dann das Soggen beginnt). Man hat aber auch besondere Stör- und Soggepfannen (Halle, Sooden, Staßfurt, Königsborn), wo dann nach dem Gaarsieden in ersteren die gaargestörten Soolen in siedendem Zustande durch Röhren in die tiefer liegenden Soggepfannen abgelassen werden. Wo man eine nahe gesättigte Soole hat, läßt sich durch ein höchst sorgfältiges Krücken reines Salz erzeugen (Wimpfen) und der Störproceß umgehen. Je nach der Sorgfalt beim Krücken fällt das Salz verschieden rein aus.

Während die Anordnung besonderer Pfannen zum Stören und Soggen, allerdings bei etwas größerer Brennstoffverbrennung, durch Erzielung eines regelmäßigeren Siedebetriebes sich empfiehlt und für arme, gipsreiche Soolen geboten ist, deren Unreinigkeiten durch alleiniges Krücken schwer und nur auf Kosten eines größeren Salzverlustes zu entfernen sind (Königsborn), so umgeht man häufig, wie bemerkt, den Störproceß bei reichen und reinen Soolen und erzielt je nach der Sorgfalt beim Krücken ein mehr oder weniger reines Salz (Wimpfen). Es sprechen jedoch mehrere Gründe für die Anwendung besonderer Sogge- und Störpfannen auch bei reicheren Soolen. Da während des Soggens ein schwächeres Feuer nöthig ist, als beim Stören, die Dimensionen des Rostes aber bei Anwendung nur einer Pfanne und einer verschiedenen Menge zu verbrennenden Brennstoffs gleich bleiben, so liegt hierin ein Mißverhältniß; ferner kann man bei zwei Pfannen jede Verunreinigung des Salzes von Schlamm verhüten und es läßt sich leichter ein gleichmäßiges

scharf krystallinisches Salz erzielen, wenn die in den Störpfannen geklärte, völlig gaare und heiße Lauge zur periodischen Nachfüllung der Soggepfannen verwendet werden kann. Da der aus Gips bestehende Pfannenstein die Feuerbleche der Pfannen mehr zerstört, als der durch Aufbrennen von Kochsalz entstehende Salzstein, so spart man bei zwei Pfannen an Unterhaltungskosten nicht unerheblich, indem die Störpfannen bei aufmerksamer Behandlung wenig leiden und die gleichmäßige Befeuerung der Soggepfannen das Werfen der Feuerbleche und das Aufbrennen des Salzsteins verhindert. Durch Anwendung zweier Pfannen ist auf der Lüneburger Saline nach Behne (l. c. S. 155) neben Verbesserung des Siedekornes die Production um 25 Proc. gestiegen und in demselben Verhältniß die Arbeitsleistung der Sieder vergrößert. 1 Last = 2000 Kilogr. getrocknetes Salz erforderte früher 900 Kilogr., jetzt 870 Kilogr. englische Steinkohle. An den Unterhaltungskosten der Pfannen sind beträchtliche Ersparungen gemacht.

b) Dadurch, ob fein- oder grobkörniges Salz erzeugt werden soll. Je nach den Anforderungen des Handels muß eine Saline grob- oder feinkörniges Salz darstellen und es hängt dessen Entstehung hauptsächlich von der beim Soggen angewendeten Temperatur ab. Bei höherer Temperatur in der Pfanne (75 bis 100°), wo die oberflächlich ausgeschiedenen Salzkryställchen bei dem gelinden Aufwallen und den sich Bahn brechenden Wasserdämpfen keine Zeit finden, zu wachsen, sondern bald untersinken, da entsteht feinkörniges Salz. In den Salzkammergütern, wo die Salzerzeugung von einer bestimmten Pfannenfläche auf das höchste Maß gesteigert wird, erzeugt man unter fortwährender Wallung der Soole in der Pfanne ein fast schlammartiges Salz von unerkennbar feinem Korn. Erniedrigt man die Temperatur (auf 70 bis 56°), so bleiben die Krystalle bei der weniger lebhaften Dampfentwicklung (Verdunstung) länger schwimmen, vergrößern sich nach und nach zu den bekannten vierkantigen Trichtern und geben grobkörniges Salz. Man erzeugt z. B. ein solches grobkörniges, ausgezeichnet schönes Salz in Wimpfen. Grobkörniges Salz löst sich schwerer im Wasser als feines. Zu Friedrichshall erzeugt man bei 88° C. feines, bei 68° C. grobkörniges Salz. In ersterem Falle, wenn man feines Salz erzeugt, verläuft die Soggeperiode rascher als in letzterem und man braucht weniger Brennmaterial. Auf den Verlauf derselben sind die fremden Beimengungen, namentlich der Gehalt an Chlormagnesium, Chlorcalcium und schwefelsaurem Natron von Einfluß (S. 21). Fehlt letzterer und ist ersterer vorwaltend, so bildet sich bei der üblichen Temperatur des Soggens auf dem Soolspiegel gern eine zusammenhängende Salzhaut, welche von den Dämpfen nicht durchbrochen wird, sondern abgezogen oder niedergespritzt werden muß, sich dann aber immer wieder bildet, das Abdampfen sehr verzögert und die Bildung eines grobkörnigen

Salzes hindert. Scharfe Zugluft kann auf die Bildung dieser krystallinischen Decke von Einfluß sein (Königsborn). Bei niedrigerer Temperatur tritt dieser Uebelstand weniger ein, das Soggen erfordert dann aber mehr Zeit. Ist neben Chlormagnesium schwefelsaures Natron anwesend, dann nimmt der Soggeproceß auch bei höherer Temperatur seinen regelmäßigen Verlauf, indem sich beide Salze zu Chlornatrium und schwefelsaurer Magnesia umsetzen, welche letztere keine Salzhaut zu bilden geneigt ist, sondern sich zum Theil mit Schlamm und Pfannenstein ausscheidet. Es kann unter Umständen durch einen Zusatz von Glaubersalz oder dieses enthaltender Mutterlauge oder Soole das Soggen befördert werden. Berthier zersetzt Chlormagnesium in dem soggenden Salze bei Gegenwart von schwefelsaurem Natron durch einen Zusatz von gelöschtem Kalk in die Pfanne, wodurch unter Bildung von Chlorcalcium die Magnesia ausgeschieden wird. Ersteres setzt sich dann bei weiterem Eindampfen mit dem schwefelsauren Natron in Gips und Chlornatrium um. Fügt man jedoch zu viel Kalk zu, so bildet derselbe auf der Oberfläche eine spinnengewebartige Haut und erschwert die Krystallisation. Durch längeres Stehen an der Luft scheidet sich der Kalk aus der Lauge ab.

Zweckmäßiger, als beim Soggen, nimmt man die Zersetzung der fremden Salze in der Soole durch Kalkmilch in besonderen Behältern vor dem Versieden vor, wo sich dann bei Anwesenheit von schwefelsaurer Magnesia Gips und Magnesiahydrat niederschlagen. Sind in der Soole schwefelsäurefreie Magnesiasalze vorhanden, so fügt man vor dem Kalkzusatz wohl etwas schwefelsaures Natron hinzu oder vermischt besser, wenn solches möglich, verschiedene Soolen, nämlich solche, die Chlormagnesium und kein schwefelsaures Natron enthalten, mit solchen, in welchen sich schwefelsaures Natron und kein Chlormagnesium befindet. Die nach dem Fällen geklärte Soole wird dann versotten. Durch den Kalk werden auch organische Substanzen niedergeschlagen.

Hahn (Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867, S. 221) beobachtete unter obigen Umständen die Bildung einer Salzhaut, sobald die Lauge eine Concentration von 1,218 bis 1,233 erhalten hatte. Die Zusammensetzung einer solchen Salzhaut (a) aus einer Lauge (b) von 1,2356 spec. Gew. war, ohne Berücksichtigung des Chlornatriums, folgende:

	a.	b.
Chlormagnesium	2,667	2,861
Chlorcalcium	5,990	6,261
Schwefelsaurer Kalk	0,051	0,013
Wasser	40,659	40,659

Nach Hahn kann die Bildung der Salzhaut auch durch Zutheilen von wenig Fett oder gleichen Theilen Seife, in wenig Wasser gelöst, und Fett verhindert werden, was dem Salze durchaus nichts schadet.

Ueber das Verhalten des Chlormagnesiums und Chlorcalciums in Soolen und Mutterlaugen hat Hahn sehr schätzenswerthe Beobachtungen angestellt (l. c. S. 163).

c) Durch die Anwesenheit von mehr oder weniger organischen Substanzen, welche in den Quellsoolen stets in größerer Menge vorhanden sind, als in Soolen aus Steinsalz, und eine besondere Leitung des Siedeprocesses erfordern. Die meist ganz klar oder schwach gelblich erscheinenden natürlichen Soolen werden beim Versieden immer dunkler und zuletzt völlig unklar, man muß den Siedeproceß einstellen und die an Kochsalz reichen Mutterlaugen entfernen. Beim Versieden von Steinsalzsoolen kann man wochenlang fortarbeiten, ohne daß eine organische Substanz das Salz gelb färbt. Auf kleineren Salinen zerstört man den auf die angegebene Art wirkenden Farbstoff wohl dadurch, daß man die Soolen vor dem Versieden, nicht in der Siedepfanne, mit Aetzkalk behandelt, wobei sich der Farbstoff in Verbindung mit Magnesia niederschlägt. Es kommt aber in den Soolen noch eine andere Art bituminösen Farbstoffes vor, welcher beim Gradiren der Soole theilweise entfernt wird. Bleibt er in größerer Menge, wie in ungradirten Soolen zurück, so bildet er beim Salzsieden eine firnißartige, die Krystallisation erschwerende Haut auf der Soole. Als Mittel zur Entfernung desselben wendet man gewöhnlich nur ein starkes Anwallen an, wobei der Farbstoff coagulirt und als Schaum abgezogen wird. Hilft dies allein nichts, so wird wohl Blut, Eiweiß, Bier, Butter, Alaun (siehe Seesalz S. 60) zugesetzt, um ihn zum Coaguliren zu bringen. Selten ist jedoch die Soole so unrein, daß man zu diesen, in einzelnen Fällen gute Dienste leistenden Mitteln seine Zuflucht nehmen müßte. Es ist ein Filtriren solcher Soole durch Kohlenklein, Sand oder Steinkohlenasche als sehr wirksam zur Reinigung empfohlen worden. Auch bei einem Gehalt der Soole an schwefelsaurem Eisenoxydul wird die Mutterlauge ganz dunkel. Nachdem das Eisen durch Chlorkalk abgeschieden, läßt sie sich weiter auf Kochsalz und andere nutzbare Salze versieden.

Störperiode. Das Verfahren beim Stören, mag dasselbe in einer separirten Pfanne oder in der Soggepfanne vorgenommen werden, besteht darin, daß man die Pfanne bis über die Hälfte (etwa 13 Zoll hoch) mit gehörig geklärter Soole füllt, diese rasch durch ein lebhaftes Feuer ins Wallen bringt und das verdampfte Wasser von Zeit zu Zeit durch Nachschlagen von frischer Soole ersetzt. Man wärmt die Soole auch wohl durch die abgehende Hitze vom Feuerheerd in Pfannen oder auch in eisernen Röhren, welche

man auf dem Heerde circuliren läßt (Hallstadt), vor. Das Nachschlagen mit Siedesoole empfiehlt sich bei geringlöthigeren Soolen, damit nach eingetretener Gaare ein Soolstand vorhanden, welcher für den nachfolgenden Soggeproceß günstig ist. Bei mit Blut geklärten eisenhaltigen Laugen ist ein Nachfüllen von Soole schädlich, auch unterbleibt dasselbe wohl bei reichhaltigen Siedesoolen, da sich der Soolstand bis zum Eintritt der Gaare nur wenig vermindert.

Zu Clemenshall wird zur Soole in den Vorwärmepfannen Alaunmehl gethan und diese nach dem Klären in die Soggepfanne abgelassen. Durch den Alaun soll die Soole schneller gereinigt und die Bildung größerer Krystalle veranlaßt werden. Analysen haben aber ergeben, daß das Salz nicht reiner ausfällt, als von anderen Salinen, die unter gleichen Verhältnissen ohne Alaun arbeiten. Bei dem Aufwallen der Soole scheidet sich, namentlich über der Feuerung, schmutzig brauner Schaum ab, welcher aus Extractivstoff und erdharziger Masse in verändertem Zustande besteht. Derselbe wird, um unnöthige Salzverluste zu vermeiden, frühzeitig mit 0,45 Meter langen und 0,15 Meter hohen Blechkrücken an jeder Langseite der Pfanne so lange an Bord gezogen und auf den Krückblättern ausgehoben, bis sich reines Salz zeigt. Damit die Soole in diesem Zeitraum nicht siedet, schwächt man das Feuer. Nur noch selten dürfte man die Abscheidung des Schaumes durch Zusätze von Blut, Eiweiß, Bier u. dgl. beschleunigen. Kommen in der Siedesoole größere Mengen organischer, die Schaumbildung begünstigender Substanzen vor, so scheidet man dieselben am besten vor dem Versieden durch Kalkzusatz ab, wie oben bemerkt worden.

Bei dem lebhaften Wasserverdampfen zerlegen sich doppeltkohlensaure Salze unter Wasserverlust und es schlägt sich ein gelber Schlamm nieder, welcher kohlensaure Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul, sowie Kieselsäure enthält. Bei einem größeren Eisengehalt, z. B. nicht gradirten Laugen, befördert man wohl den Absatz dieses das Kochsalz leicht färbenden Schlammes durch Ochsenblut, indem man beim Einlassen der kalten Siedesoole in die Siedepfanne auf 10 Cubikmeter Soole 1 bis 1,5 Liter Blut zusetzt. Dieses gerinnt, nimmt die Schlammtheilchen auf und wird nach dem Aufwallen der Soole mittelst Schlammbrettern abgenommen. Ein Nachschlagen von Soole darf dann, wie bemerkt, nicht stattfinden. Da Gips mit dem Concentrirterwerden der Soole immer unlöslicher wird (S. 101), so scheidet er sich in der Störperiode großentheils aus; damit dies möglichst vollständig geschehen kann, müssen die Soolen im Zustande der völligen Gaare in die Soggepfannen gelangen, wo sich dann der Gips, soweit es überall möglich ist, in den Störpfannen abgesetzt hat. Wie bereits bemerkt, empfiehlt sich eine Trennung des Stör- und Soggebetriebes, wenn die Soolen wegen Geringhaltigkeit und Unreinheit nicht ohne Weiteres zum Nachschlagen der Soggepfannen verwendet

werden können, ohne die Güte des Salzes zu beeinträchtigen. Wird der Proceß in einer gemeinschaftlichen Pfanne durchgeführt, so muß vor dem Beginn des Soggens der ausgeschiedene Schlamm sehr sorgfältig durch Krücken entfernt werden. Bloße Vorwärmepfannen können die Störpfannen nicht ersetzen, weil die Temperatur darin zu niedrig ist.

Noch vor eingetretener Gaare der Soole zieht man den Schlamm mit Holzkrücken an den Pfannenrand und krückt ihn um so sorgfältiger aus, je feiner zertheilt er ist. Schafft man denselben nicht sorgfältig fort, so wird das Salz unansehnlich und er giebt Veranlassung zur Bildung von mehr Pfannenstein. Man fing früher wohl den Schlamm in eisernen, in die Pfanne gestellten Kästen, sogenannten Setzpfannen, auf und nahm dieselben nach Beendigung der Reinigungsarbeiten wieder heraus.

Der aus der Pfanne gezogene Schlamm wird in geflochtene Körbe gethan, welche zum Abtröpfeln der Mutterlauge auf Gestellen neben den Pfannenborden hängen.

Je mehr sich die Soole der Gaare nähert, um so reicher wird der Schlamm an Kochsalz und man hält die letzten Auszüge unter dem Namen Krücksalz getrennt.

Wenn die Schlammbildung aufgehört hat und sich auf der Oberfläche der Soole eine Salzhaut bildet, so ist mit dem Acte des Krückens der Reinigungs- oder Störproceß vollendet und es beginnt die Periode des Soggens, die Abscheidung des Salzes, und zwar entweder in derselben Pfanne oder in der Soggepfanne, wenn beide Processe getrennt waren (Sooden, Königsborn, Lüneburg). In diesem Falle läßt man die gaar gestörte, gereinigte concentrirte Soole in die Soggepfannen ab.

Bei reinen Soolen, z. B. in Friedrichshall, Wilhelmshall, kommen keine Reinigungsarbeiten durch Abziehen von Schaum und Auskrücken von Schlamm vor. Die fast gesättigte Soole wird nur bis zum Sieden erhitzt und nach einiger Zeit, wenn das Salz sich abzusetzen anfängt, die Temperatur erniedrigt. Bei ganz reinen Soolen (Windsford in Chester) findet wohl das Stören an dem einen Ende der Pfanne über der Feuerung, und das Soggen am anderen Ende derselben gleichzeitig Statt.

Soggeperiode. Das Soggen (soccage, précipitation du sel) besteht in einem langsamen, längere Zeit andauernden Verdunsten des Wassers bei höherer oder niedrigerer Temperatur (90 bis 65° C. und darunter), je nachdem fein- oder grobkörniges Salz dargestellt werden soll. Für die Erzeugung von ersterem erhält man die Soole fortwährend im Sieden oder erniedrigt die Temperatur höchstens bis 90° C.; dagegen beträgt sie bei Fabrikation von grobkörnigem Salz je nach der Qualität der Soole 60 bis 70° C.

In beiden Fällen bilden sich auf dem Soolspiegel kleine Würfel, welche mehrfach verwachsen in kleinen unregelmäßigen Gruppirungen zu Boden fallen, wenn Siedetemperatur angewendet wird und die Oberfläche wallt, dagegen bei gemäßigterer Temperatur sich zu hohlen vierseitigen Pyramiden (S. 19) ausbilden, welche so lange von der Soole getragen werden, bis sie eine gewisse Schwere erreichen und dann versinken. Bei gutem Gange des Processes muß die Oberfläche der Soole stets mit Salzkryställchen übersäet erscheinen und es darf sich keine die Verdampfung hemmende Salzhaut (S. 145) bilden. Die Entstehung einer solchen wird, namentlich in höherer Temperatur, wie zum Theil schon bemerkt, veranlaßt durch Anwesenheit von Bitumen, öliger oder fetter Substanzen, welche die Soggefähigkeit zerstören, oder durch Mangel an solchen Salzen, welche die natürlichen Salzsoolen zu begleiten pflegen. Man setzt deshalb beim Versieden sehr reiner Soolen, z. B. der aus aufgelöstem Steinsalz bereiteten Quellsoole, Meerwasser oder etwas Mutterlauge zu (S. 146), nimmt jedoch davon nicht zu viel, weil sonst wegen Zunahme des specifischen Gewichtes sich das Verdampfungsvermögen der Soole vermindert und in Folge dessen das Salz seine hohle pyramidale Form verliert und in schweren, nicht sehr grobkörnigen, blättrig verwachsenen Würfeln erscheint. Aus diesem Grunde muß nach beendigtem Sude die Mutterlauge aus den Pfannen entfernt werden. Eine entstandene Salzhaut zerstört man meist durch Bewegung des Soolspiegels und Ueberspritzen mittelst einer hölzernen Krücke.

Von Zeit zu Zeit wird das ausgeschiedene Salz, um ein Aufbrennen zu verhüten, an den Bord gezogen. Man beschränkt dieses Ankrücken meist nur auf die der Stichflamme ausgesetzten Pfannentheile, um das Salz möglichst lange mit Soole bedeckt halten zu können. Ist jedoch der ursprüngliche Stand der Soole bis etwa zur Hälfte gesunken und das ausgeschiedene Salz nur noch mit wenig Flüssigkeit bedeckt, hat die Pfanne begonnen, steif zu werden, so zieht man das Salz mit Krücken, deren Gewicht wohl balancirt ist (Schwimmkrücken), hart an die Pfannenborde der Langseiten, schlägt dasselbe mit 0,30 $\times$ 0,36 Meter großen Blechschaufeln mit etwa 12 Millim. großen Löchern auf die Ableck- oder Tropfbühnen aus und läßt, wenn Stör- und Soggebetrieb getrennt, heiße gaare oder reiche rohe vorgewärmte Siedesoole nach. Geschieht das Stören und Soggen in einer gemeinschaftlichen Pfanne, so wird das Soggen nach dem ersten Salzauszug fortgesetzt, bis sich die Mutterlaugensalze bei stark verringertem Soolstande so weit angehäuft haben, daß das Kochsalz zu unrein wird. Nach dem letzten Salzauskrücken läßt man zur Mutterlauge neue Soole und beginnt den Störproceß wieder. Man hat es nun in der Gewalt, nicht nur grob- und feinkörniges, sondern auch mehr oder weniger hartes und festes Salz (von mildem und von scharfem Korn) zu erzeugen. Bleiben nämlich die Kochsalzkrystalle

bei der Grobsalzsiedung längere Zeit in der soggenden Soole, zieht man sie also nicht zu früh aus, so nehmen ihre Wandungen an Stärke zu, das Korn wird fester, minder zerbrechlich und schärfer; bei der Feinsalzsiedung dagegen erfolgt ein mehr mildes als körnig krystallinisches Product, wenn man die Soole durch heftiges Aufwallen oder sonst wie in Bewegung hält, eine zu reichliche Anhäufung von Mutterlaugensalzen in den Soggepfannen vermeidet und mit einem niedrigeren Soolstande (0,20 bis 0,25 Meter) arbeitet, damit das Salz nicht zu lange in der soggenden Soole bleibt und dadurch fester wird. Solches mildes Salz besteht aus Salzkörperchen, welche zu unregelmäßigen spießigen und blättrigen Formen von mehlartiger Feine verwachsen, im ungetrockneten Zustande leicht und wollig sind, sich stark zusammendrücken lassen und sich zur Darstellung des Stöckl- oder Fuderlsalzes eignen.

Trotz des wiederholten Wegkrückens des Salzes von den heißeren Stellen des Pfannenbodens ist nicht zu vermeiden, daß sich hier Kochsalz festbrennt und den sogenannten Salzstein erzeugt, welcher nicht mit dem salzarmen Pfannenstein (Schlotter) zu verwechseln ist, der hauptsächlich die während des Störens abgeschiedenen schwefelsauren Salze enthält, namentlich ein Doppelsalz aus schwefelsaurem Natron-Kalk, welches mit wechselnden Mengen Gips und Kochsalz auf dem Pfannenboden festbrennt. Dieses wird dadurch begünstigt, daß beim Anziehen des krystallinischen Kochsalzes die abgeschiedenen schwefelsauren Salze in schlammiger Form auf dem Boden zurückbleiben. Es pflegen die ersten Salzauszüge den größten Gipsgehalt zu besitzen, weil sich mit dem Anhäufen der Mutterlauge deren specifisches Gewicht erhöht und die Auflöslichkeit des Gipses bei Anwesenheit anderer schwefelsaurer Salze sehr vermindert. Ist die Soole reich an schwefelsaurem Natron, so arbeitet man wohl bei jedem Schüren über der Feuerbrücke auf dem Pfannenboden mit eisernen Krücken, um das Aufbrennen des Pfannensteins möglichst zu vermeiden (Halle). Zur Verminderung seiner Bildung sind die verschiedensten Mittel empfohlen, von welchen sich beim Versieden reinerer Soolen die theilweise Kaltlegung der Seitenzüge unter den Siedepfannen als sehr wirksam erwiesen haben soll (Schönebeck, Dürrenberg).

Während der Pfannenstein als schlechter Wärmeleiter zu größerem Brennmaterialverbrauch führt und eine rasche Zerstörung der der Stichflamme ausgesetzten Bodenbleche herbeiführt, so ist der Salzstein in dieser Hinsicht minder gefährlich, weil das bis zum Steifwerden der Pfanne (S. 150) in der Soole liegende Kochsalz wegen besserer Fortpflanzung der Wärme in der schlecht wärmeleitenden Soole die Wasserverdampfung und somit den Effect der Feuerung namentlich bei Grobsalzsiedung erhöht. Enthalten die Soolen bei Anwesenheit von Chlorcalcium außer Gips wenig schwefelsaure Salze, so bildet sich auch

wenig Pfannenstein; sonst ist dessen Menge hauptsächlich abhängig von dem Gehalt an schwefelsauren Salzen und der Betriebsweise, ob er mehr oder weniger aufgebranntes Kochsalz enthält. Man nimmt bald Pfannenstein mit Hungerstein für identisch, bald begreift man darunter die später anzuführenden Producte.

Die Reinheit des Salzes nimmt, wie bemerkt, mit dem Verlauf des Soggens allmälig und gegen das Ende rasch ab, wie die nachstehenden Analysen des Salzes von Moutiers aus verschiedenen Perioden der Siedung, nach Berthier, zeigen:

	Anfang.	Mitte.	Ende.
Chlornatrium	94,64	93,59	85,5
Chlormagnesium	—	0,61	2,0
Schwefelsaure Kalkerde	1,56	—	—
Schwefelsaure Magnesia	—	0,25	12,5
Schwefelsaures Natron	3,80	5,55	—

Man muß deshalb das Soggen vor der vollständigen Abscheidung des Salzes unterbrechen und setzt dasselbe nur so lange fort, als das ausgeschlagene Salz von rein weißer Farbe erscheint. Die letzten von der Mutterlauge mehr oder weniger gelb gefärbten Ausschläge werden als gelbes Salz (Bordsalz) separirt gehalten.

Die Zeit des Störens und Soggens ist sehr ungleich. Sie hängt im Allgemeinen ab von den Bestandtheilen und der Concentration der Soole, von der Größe und Construction der Pfannen und der Zweckmäßigkeit der Feuerungseinrichtung. Als Hauptregeln beim Sieden gelten, daß man bei Erzeugung von gröberem Salz oder beim Versieden einer unreineren Soole langsamer siedet, als bei Darstellung von feinkörnigem Salz oder bei reinerer Soole. Gegen das Ende, wenn die Mutterlauge dichter wird, muß die Temperatur zur besseren Ausscheidung des Salzes gesteigert werden. Es kommen jedoch beim Sieden nicht selten eigenthümliche Erscheinungen vor, welche eine Modification des Verfahrens erfordern.

Man nennt die zum jedesmaligen Soggen erforderderliche Menge Siedesoole ein Werk.

Nach Vollendung der Siedung des Werkes schlägt man zur verbleibenden Mutterlauge wieder frische Soole zu und erst nach mehreren (2 bis 5) Werken läßt man die Mutterlauge ($^1/_2$ bis 2 Volumprocente) ab oder schöpft sie aus. Nur bei sehr reinen Soolen, wie zu Heinrichshall bei Gera und in der Grafschaft Chester zu Windsford, kann man dieselben völlig auf gutes Salz versieden, so daß gar keine Mutterlauge übrig bleibt.

Man klopft von Zeit zu Zeit nach dem Ablassen der Mutterlauge den **Pfannenstein** über den Feuerstätten ab (**Steinigen**), ehe ein neues Werk begonnen wird, und nach einer gewissen Anzahl von Werken muß der ganze Pfannenboden vom Pfannenstein möglichst befreit werden, wobei man gleichzeitig die Circulirräume unter den Pfannen von Flugasche reinigt. Um bei Entfernung des Pfannensteins die Siedepfannen möglichst zu schonen, beseitigt man das Feuer schon während des Ausschöpfens der Mutterlauge, wo dann der Pfannenstein durch die strahlende Wärme des Heerdes hinreichend trocken wird. Man entfernt ihn mittelst nicht über 1 Kilogr. schwerer, an dem einen Ende zugespitzter und nur schwach gehärteter Hämmer, indem man die Schläge mit der Hammerbahn hauptsächlich auf die Nietenreihe führt. Verwerflich ist das Verfahren, nach dem Ausschöpfen der Mutterlauge noch fortzufeuern, um den Pfannenstein dadurch zu leichterer Ablösung zu bringen.

Um ein Anhalten bei der Leitung des Siedebetriebes zu haben, empfiehlt es sich, die Temperatur der Soole über der Feuerung und am Ende der Pfanne regelmäßig zu beobachten, desgleichen die Temperatur der aus den Trockenkammern in den Schornstein abziehenden Gase *). Man erhält dadurch Kenntniß von der mehr oder weniger gleichmäßigen Verdampfung des Wassers und von der Salzkrystallisation, womit die Dauer des Pfannenbodens in Verbindung steht, sowie auch von dem Grade der Wärmeausnutzung.

Es betrug z. B. zu Schwäbisch Hall beim Soggen die Temperatur in der Siedepfanne 97,5°, in der Dampfpfanne 57,5°; die Temperatur des Dampfes unter der Dampfpfanne 76,2°, unter der Trockenpfanne 65° und beim Abgang von der Trocknung 52,5°; die Temperatur des Rauches unter der Trocknung beim Eintritt 120,6°, beim Austritt 86° und im Kamin nach Passirung von 271 Fuß 62,5°; Temperatur der Rauchtrocknung 56,2°; Temperatur der unter den Rost tretenden erwärmten Verbrennungsluft 136,2°; Temperatur im Gange zwischen Pfanne und Mauer 22,5°; Lufttemperatur im Freien 15° C.

Nach **Warth's** Untersuchungen über den wirklichen Dampfgehalt der von den Siedepfannen abziehenden, mit Luft gemengten Wasserdämpfe (Berggeist 1865, Nr. 66; 1866, Nr. 36) nimmt die hauptsächlich an der Auszugsseite eingesogene Luft beim Wegziehen über die heiße Soolfläche so viel Wasserdampf auf, daß sie damit so gut wie gesättigt ist.

Die Dauer des ununterbrochenen Siedebetriebes variirt sehr nach der Concentration und Reinheit der Soolen und beträgt auf den meisten Salinen 14 bis 15 Tage, kann aber 7 bis 18 Wochen (Friedrichshall) erreichen.

---

*) **Warth**, Berechnung der Leistung der Kamine bei Steinkohlenfeuerung, im Berggeist 1866, Nr. 18.

Die süddeutschen Salinen (in Oesterreich, Bayern, Würtemberg, Baden) sind vor den norddeutschen dadurch in großem Vortheil, daß sie fast gesättigte reine Soolen verarbeiten, bei denen also nicht bloß die Reinigungs- und Concentrationsarbeiten wegfallen, sondern auch bei ihrer Versiedung wesentlich an Zeit und Brennmaterial gespart wird. Während hier eine Siedung mindestens 14 Tage, oft 10 bis 15 Wochen ununterbrochen fortgesetzt wird, so ist man auf den norddeutschen Salinen genöthigt, nach zwei oder drei Siedungen (Werken) eine längere Pause eintreten zu lassen, um die Mutterlaugen fortzuschaffen, welche sich auch weniger vollständig aussoggen lassen.

Auf den Salinen des österreichischen und steiermärkischen Salzkammergutes z. B. fließt die Soole aus den Soolstuben in die Pfannen und der Zufluß wird derart regulirt, daß das Flüssigkeitsniveau in denselben während der ganzen Dauer der Subcampagne nahezu gleich bleibt. Während der ganzen Campagnendauer wird alle 2 Stunden Salz ausgekrückt und während dessen frische Soole nachgelassen, so daß der Betrieb ein continuirlicher ist. Daß man auf diese Weise doch ein reines Salz erhält, liegt in der ursprünglichen Reinheit der Soolen; wo die Soolen unrein sind, ist man gezwungen, die in verschiedenen Zeiten auskrystallisirenden Producte zu sortiren, weil sie einen verschiedenen Grad der Reinheit besitzen. Läßt man das Salz länger als 2 Stunden in der Soole, so brennt sich dasselbe leicht mit dem Pfannenstein auf. Wie bemerkt, sucht man durch ein turbulentes Verdampfen ein feinkörniges Salz zu erhalten, welches in Formen zu Stöckln formirt wird, die demnächst zur Erzielung eines hinreichenden Zusammenhanges stark gebrannt werden. Zur Erreichung des Zweckes ist ein gewisser Gehalt des Salzes an Nebensalzen erforderlich, die das Bindemittel beim Dörren bilden, da reines Kochsalz nach dem Trocknen locker bleibt. Im Anfange des Processes, bevor die Soole völlige Siedetemperatur erreicht, und zu Ende beim Abkühlen der Soole scheidet sich grobkörniges Salz (Vor- und Nachgangssalz) aus, reiner als das feinkörnige Mittelsalz, und, da es sich zu der im Handel verlangten Stöcklform wegen mangelnden Zusammenhanges ohne Weiteres nicht eignet, als Vieh- und Fabriksalz benutzt.

Nach v. Hauer und Horinek hatten diese drei Salzsorten von Ischl nachstehende Zusammensetzung:

	Vorgangss.	Mittels.	Nachgangss.
Chlornatrium	92,43	95,85	96,89
Chlormagnesium	0,16	0,16	0,12
Schwefelsaures Natron	1,99	1,08	0,73
Schwefelsaurer Kalk	0,58	1,16	0,14
Wasser	4,84	1,75	2,12

Sollen aus dem grobkörnigen Salz Stöckl geformt werden, so muß, da diese die anhängende Mutterlauge leichter entlassen, ein stärkeres Zusammenstampfen und Befeuchten mit Mutterlauge stattfinden. Das reinste Salz ist das Nachgangssalz, dann folgt das Vorgangssalz und hierauf erst das feinkörnige Mittelsalz. Der Gips mengt sich im Beginne der Manipulation vorwiegend dem Vorgangssalz bei, in geringerer Menge den Mittelproducten und den Nachgangssalzen nur unbedeutend. Alle leicht löslichen Salze sind im Vorgangssalze sehr wenig vertreten, selten in etwas reichlicherer Menge im Mittelsalz, minder und fast in gleicher Menge in dem Nachgangssalz; da aber sowohl Gips als leichtlösliche Salze bereits zum größten Theil abgeschieden, so wird das Nachgangssalz am reinsten. Auch haftet an den feinkörnigen Mittelsalzen mehr Mutterlauge, als an den gröberen Vor- und Nachgangssalzen an. Vor- und Nachgangssalz von Ebensee enthielt in wasserfreiem Zustande 97,99 bis 98,43 Proc. Chlornatrium.

In dem geregelten und für lange Zeiträume fortgesetzten Siedebetrieb der süddeutschen Salinen finden die zuweilen noch angetroffenen eigenthümlichen Feuerungen (S. 120), welche für Norddeutschland nicht passen würden, ihre Rechtfertigung, so der gänzliche Mangel an Leitungen für den Flammenzug, die große Entfernung der Heerde von den Pfannenböden ꝛc. Man ist indessen auch hier bemüht gewesen, bei neueren Einrichtungen für vollständigere Ausnutzung des Brennmaterials Sorge zu tragen; man hat erhitzte Verbrennungsluft unter und über den Rost geführt, die Roste mit weit unter den Pfannen fortgeführten Gewölben versehen, die Flamme bei zweckmäßiger Luftzuführung über Feuerbrücken geleitet u. dgl.

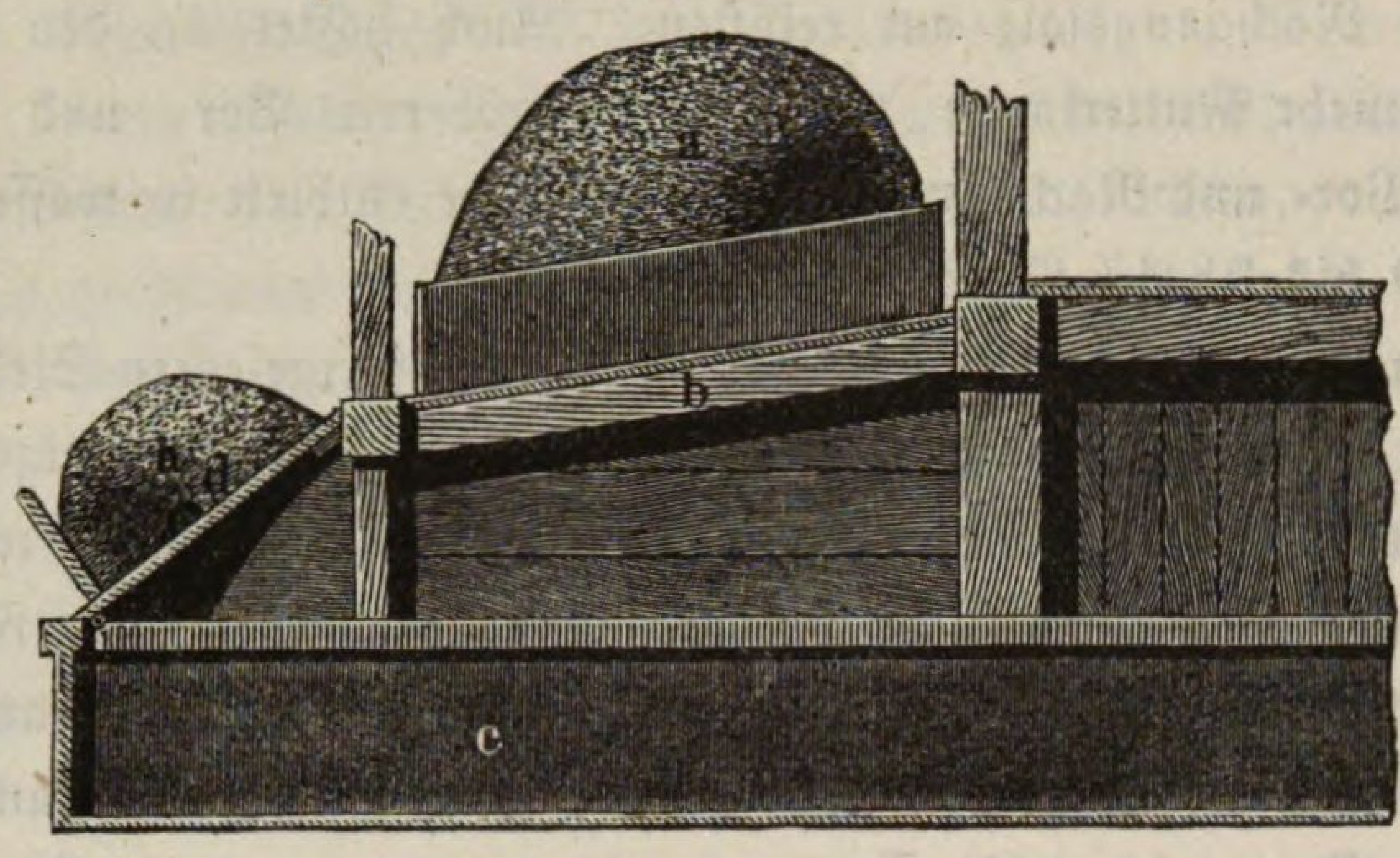
Einen hohen Effect hinsichtlich der Ausnutzung des Brennmaterials giebt das würtembergische System, bei welchem man die unter und in den Hauptpfannen erzeugte Wärme in Rauch und Dampf in mehreren Nebenpfannen bis aufs Aeußerste ausbeutet (S. 128).

Eine der reinsten Soolen wird in der Graffschaft Chester in der Umgegend der Salinen zu Windsford aus Soolschächten (S. 77) gewonnen. Weder an den Pumpen noch im Sammelteich bilden sich Absätze, nur beim Sieden eine Kleinigkeit von Gips. Außerdem ist die Soole fast frei von Magnesia-, Kalk- und Kalisalzen ꝛc. und wird deshalb vollständig auf gutes Salz versotten, so daß gar keine Mutterlauge entsteht. Auch bildet sich nicht der auf den anderen Salinen bekannte erdharzige Schaum und Schlamm. Das Stören und Soggen findet gleichzeitig an verschiedenen Enden der Pfanne Statt, welche alle 24 Stunden zwei Mal gefüllt wird. Das Salz krystallisirt meist des Nachts aus, wo die Feuer langsamer gehen, und wird täglich ein Mal in der Frühe gezogen. Nach dem Abtropfen auf Bühnen kommt dasselbe gleich in die Magazine.

Salzausschlagen. Beim Ausschlagen des Salzes, welches je nach dem Salzgehalt der Siedesoole mehr oder weniger oft geschehen muß, sowie beim Abtropfenlassen (Ablecken), verfährt man unter Anderem auf folgende verschiedene Weisen:

a) Das mit kurzen und langen eisernen Krücken, wobei letztere ersteren zuarbeiten, an einen oder mehrere Borde der Pfanne (meist einen oder beide Langborde) gezogene Salz *a* wird mit hölzernen, eisernen oder mit Eisenblech beschlagenen hölzernen, auch wohl durchlöcherten Schaufeln auf die Decklaben *d* oder den Pfannenmantel *b* geschlagen (Fig. 51), und nachdem die Mutter-

Fig. 51.



lauge durch Löcher in der Manteldecke 12 bis 24 Stunden lang abgetröpfelt und in die Pfanne *c* zurückgelaufen ist, in Spankörbe gethan und in die Trockenkammern gebracht. Es ist für die Trocknung und Beschaffenheit des Salzes zweckmäßig, dasselbe nach dem Anziehen in der Pfanne nur bis zum Soolspiegel auszuschlagen, um möglichst wenig Flüssigkeit mit dem Salz aus der Pfanne zu nehmen. Ist der Soolspiegel erreicht, dann zieht man das Salz von Neuem zusammen und schlägt es aus, bis die Pfanne von Salz geleert ist.

Dieses eine Raumersparung gestattende Verfahren, das Salz direct auf den Pfannenmantel auszuschlagen, wirkt dadurch günstig, daß bei der Erwärmung desselben durch die Wasserdämpfe die Mutterlaugensalze vollständiger abtropfen; dagegen bedarf der Pfannenmantel zur Tragung der erheblichen Belastung besonderer, die Anlage vertheuernder Hängewerke und das Aufbringen des Salzes zu einer beträchtlichen Höhe erfordert viel Kraft. Man bringt deshalb meist den Pfannenseiten parallel besondere Abtropfbühnen mit geneigt liegenden Lagerflächen an, welche man zuweilen, z. B. bei der Feinsalzsiedung bei den letzten Salzauszügen aus sehr unreinen Soolen, durch einen mit Eisenplatten bedeckten Canal nach Bedürfniß erwärmt.

b) Man schlägt das Salz gleich in Körbe (das Körben) und stellt dieselben behuf Auströpfelns der Mutterlauge entweder auf die Manteldecke oder

auf durch Pfannenbäume gehaltene Bretter über der Pfanne oder neben die Pfanne, führt die abtröpfelnde Mutterlauge in Rinnen ab und transportirt die Körbe in Trockenkammern. Dieses Verfahren ist für größeren Betrieb nicht geeignet, weil dasselbe zu viel Arbeit erfordert. Aus Körben von Holzspan tröpfelt die Mutterlauge leichter ab, als aus solchen von Weiden oder Rohr; erstere lassen aber viel Salz durch die Zwischenräume fallen, wodurch sich die Quantität des Kehrsalzes vermehrt. Rohrkörbe sind zwar die theuersten, halten aber auch viel länger und verunreinigen das Salz weniger, als die Span- und Weidenkörbe. Es läßt sich das Material der schadhaft gewordenen Rohrkörbe anderweitig verwenden.

c) Auf den Salinen der Salzkammergüter wird das aus dem Bärsack (S. 115) ausgeschlagene (ausgebärte) Salz in hölzerne, aus Faßdauben zusammengesetzte und durch Reifen zusammengehaltene Kufen von abgestumpft konischer Form von 16 Zoll oberem und 9 Zoll unterem Durchmesser und 3 Fuß Höhe, oder von neunseitig pyramidaler Form von 11 Zoll oberer und 7 Zoll unterer Weite und 16 Zoll Höhe gethan. Der Boden der Kufen ist durch ein Lattenkreuz gebildet. Dieselben stehen in mehreren Reihen neben der Pfanne im Bärtrog, werden nach und nach mit Salz gefüllt, welches man ein wenig feststampft, gehäuft voll gethan und mit einer Schaufel die Oberfläche platt geschlagen. Nachdem man die Kufen behuf des Abtröpfelns $\frac{1}{2}$ Stunde hat stehen gelassen, stülpt man dieselben auf über einem Troge befindliche Scheiben um, zieht die Kufen in die Höhe und putzt die Salzkörper (Fuderl, Stöckerl) von etwa 120 bis 140 Pfd. Gewicht ab. Dann kommen dieselben $\frac{5}{4}$ Stunden lang auf ein Lattengestell und werden von da in die Trockenkammern (Pfiesel) getragen.

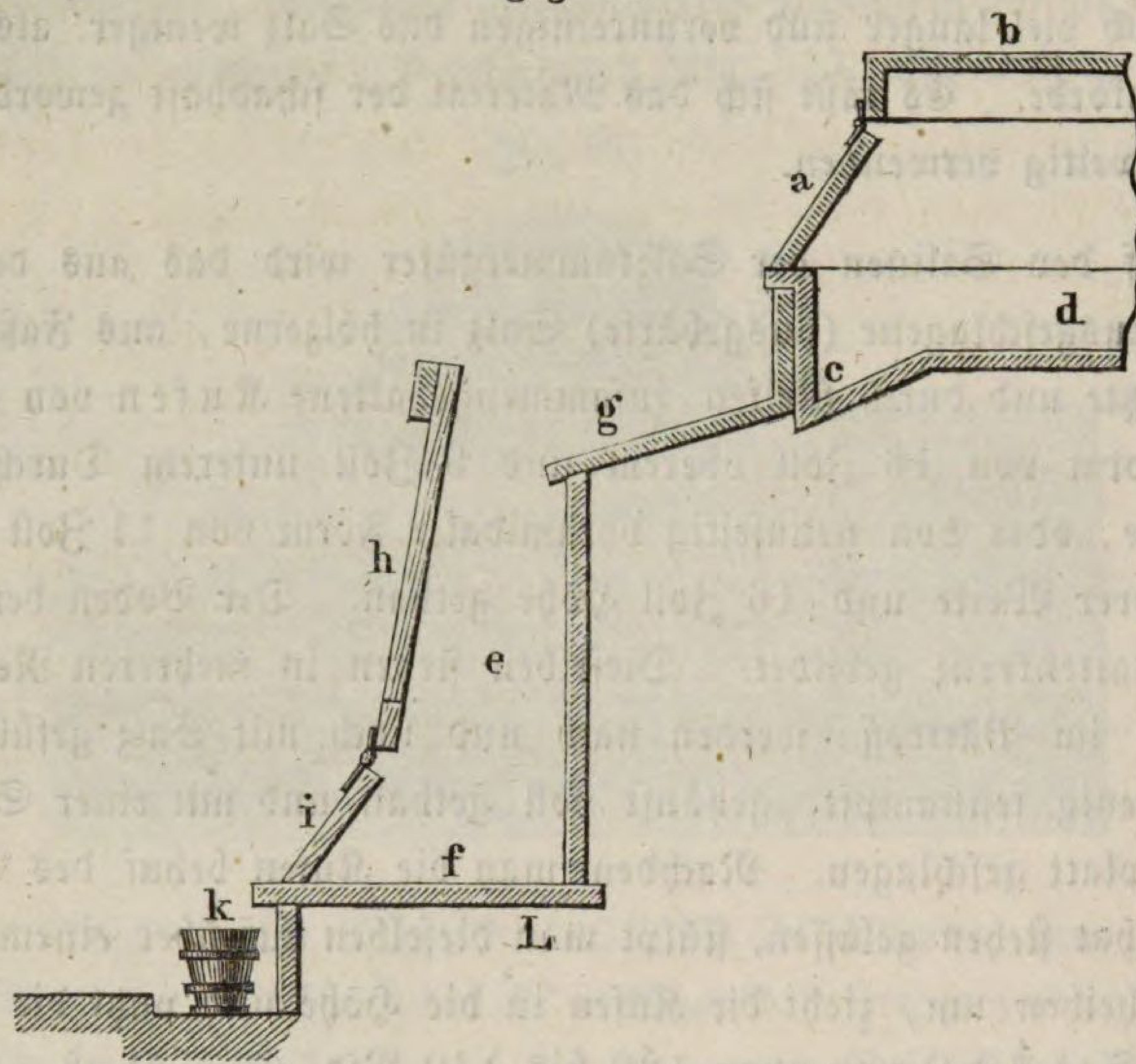
Zur Erzielung eines feinkörnigen, festen und guten Fuderlsalzes von rein weißer Farbe bedarf es einer turbulenten Abdampfung der Soole und eines öfteren Hin- und Herziehens des Salzniederschlages, ferner des Einstampfens des Salzes in kleinen Partien schnell hinter einander in Kufen bei 75° C., wo dann die Körner fester binden und die Mutterlauge, namentlich schwefelsaures Natron, vollständiger abfließt; der Abdörrung bei 312 bis 375° C., um hinreichende Festigkeit der Stöckl zu erzielen; einer reinen, namentlich möglichst glaubersalzfreien Soole; der Bildung des sonst unerwünschten Pfannensteins, damit dessen Bestandtheile nicht beim Salze bleiben. Der größte Theil der Verunreinigungen (41,13 Proc.) wird in Pfannenstein und den Dörrauswüchsen entfernt, durch die Mutterlauge nur wenig.

Die Fuderlbildung empfiehlt sich bei dem sehr feinkörnigen Salze der Salzkammergüter und die Production solches Fuderlsalzes ist da, wo man Brennholz zum Trocknen noch zu mäßigen Preisen hat, wahrscheinlich billiger,

als die von gekörntem Salze. Beim Transport reibt sich von den konischen Salzstöcken weniger ab. Ein Theil der Fuderl wird zerhauen und die Stücke in Fässer verpackt (Faßlsalz).

Eine andere, zu Ebensee in Anwendung befindliche Vorrichtung (Fig. 52) besteht darin, daß nach zurückgeschlagener Pfannenlade *a* des Pfannenmantels *b* das aus dem Bärsack *c* der Pfanne *d* ausgeschlagene Salz durch den 6 Fuß

Fig. 52.



tiefen Canal *e* (Salztrog) auf die Bühne *f* geworfen wird. Die Arbeiter (Bärer) stehen auf der Bärstatt *g*. Die Mutterlauge (Lab) tröpfelt dann durch die Spalten der Bretter in die darunter befindliche Labstube *L*. Der Verschlag *h* der Außenseite ist mit Klappen *i* versehen, nach deren Oeffnung die Kufen *k* mit Salz angefüllt werden können. Bei dieser Vorrichtung behindern sich Bärer und Stößer gar nicht, die Mutterlauge fließt von selbst in die Labstube ab und braucht nicht erst beim Füllen der Kufen ausgepreßt zu werden. Sie hat aber den Nachtheil, daß die Fuderl eines weiteren beschwerlichen Transportes von unten herauf in die Trockenkammern bedürfen. Die Labstuben und überhaupt Reservoire für heiße Soole, die Fuderltröge 2c. stellt man zu Ebensee aus hydraulischem Cement her, und kommen solche Reservoirs nur 50 bis 60 Proc. theurer, als hölzerne, widerstehen auch der bedeutenden absoluten Schwere der heißen Soole (69 Pfd. pro Cubikfuß) besser. Hölzerne rinnen leicht (Oesterr. Ztschr. 1867, Nr. 29).

Je mehr zerfließliche Salze und organische Substanzen das Kochsalz enthält, um so vollständiger muß man dasselbe abtropfen lassen. Es empfiehlt

sich in solchem Falle, das ausgeschlagene Salz auf der Abtropfbühne mit gesättigter heißer Soole aus der Siedepfanne zu übergießen, welche meist nur die zerfließlichen Salze auszieht.

Nur selten begnügt man sich damit, das Salz bloß ablecken und dann in Magazinen lufttrocken werden zu lassen (England), meist wird dasselbe bei höherer Temperatur getrocknet, um einestheils seine Feuchtigkeit zu entfernen, anderentheils seine Haltbarkeit zu vergrößern, indem die beigemengten zerfließlichen Salze (Chlorcalcium und Chlormagnesium) nach dem Trocknen weniger schnell ihren Einfluß ausüben. Um das Salz möglichst arm an diesen Beimengungen zu machen, muß während des Siedebetriebes die Entfernung der Mutterlauge rechtzeitig geschehen und das ausgeschlagene Salz möglichst vollständig abtropfen.

Trocknen oder Darren des Salzes. Dieses kann bei etwa 62,5 bis 75° C. auf folgende Weise geschehen:

a) In Trockenkammern, welche entweder zur Seite des Pfannenraumes oder in der oberen Etage liegen. In der Trockenkammer befindet sich das Salz entweder:

α) in Körben, welche neben einander und auf einander oder in Gerüsten über einander stehen;

β) oder die Fuderl stehen in mehreren Etagen über einander auf Gerüsten (Pfieseltrocknung im Salzkammergut und in Siebenbürgen);

γ) oder man breitet das Salz auf hölzernen Horden aus, welche in Gestellen ruhen oder einzeln verschränkt über einander gesetzt werden. Holzlutten führen die Feuchtigkeit ab. Die Horden liegen zweckmäßig an der Hinterseite mit Zapfen in passenden Einschnitten der hinteren Ständerreihen, sind somit um eine feste Achse hinten beweglich, während ihre Vorderseite auf runden Holzpflöcken ruht, welche durch Löcher in den vorderen Ständerreihen hindurchgesteckt werden. Behuf Beschüttung der Horden aus Wannen oder Körben von oben nach unten läßt man sie nach dem Ausziehen der Pflöcke herunter, bringt sie dann einzeln wieder in die Höhe und steckt die Holznägel ein. Nach 4- bis 5-tägigem Trocknen bei etwa 48° C. (oder etwa 8-tägigem bei 30 bis 35° C.) packt man das Salz in gleicher Weise ab, indem man die vollen Horden herunterläßt und das Salz mittelst einer Blechkrücke in Räderkübel zieht. 1000 Kilogr. täglicher Salzproduction erfordern 165 Q.-M. Hordenfläche, um bei 48° C. das Salz bis auf 1,5 Proc. Wassergehalt zu trocknen. Die bezeichnete Temperatur erzielt man mittelst Durchleiten von Rauchgasen der Siedepfannen durch eiserne Röhren, welche öfters mittelst einer Bürste von Ruß befreit werden müssen. Diese Trockenmethode erfordert im Vergleich mit der Pfannentrocknung größere Anlage- und Unterhaltungskosten und das Beladen

der Horden ist eine beschwerliche, der Gesundheit nachtheilige Arbeit, indem die Körbe vor dem Leib getragen werden und die Wärme gleichzeitig influirt. Die Trockenkammern sind $2\frac{1}{2}$ bis 3 Meter hoch, bei bis 4 mal so großer Grundfläche als die der Pfannen; Weite der gußeisernen Röhren 0,3 bis 0,5 Meter.

d) in Fässern. In Galizien wird das Salz aus der Pfanne in Tonnen geschlagen, welche, nachdem während ungefähr 3 Stunden die Mutterlauge ausgelaufen ist, etwa 3 Tage lang in auf 75° C. erwärmte Trockenstuben gebracht werden (Fässertrocknung).

Die Heizung dieser Räume geschieht häufig dadurch, daß man die vom Heerde der Siedepfanne abgehenden heißen Gase oder auch wohl den heißen Wasserdunst durch eiserne Röhren in der Kammer (S. 159) oder durch Züge unter dem eisernen Boden circuliren läßt (Rauchtrocknung, Dampftrocknung, Sudfeuertrocknung).

Man giebt auch den Trockenkammern eine eigene Feuerung, namentlich eine Pultfeuerung, und leitet die Feuergase direct in die Kammern (Aussee, Hallstadt, Ebensee, Hallein). Bei dieser Feuerungsart entsteht selten Rauch und die in der Kammer (Pfiesel) auf Gestellen über einander gebrachten Fuderl bleiben vollkommen rein und weiß. Nur bei heftigem Winde beschlagen sie wohl etwas mit Ruß.

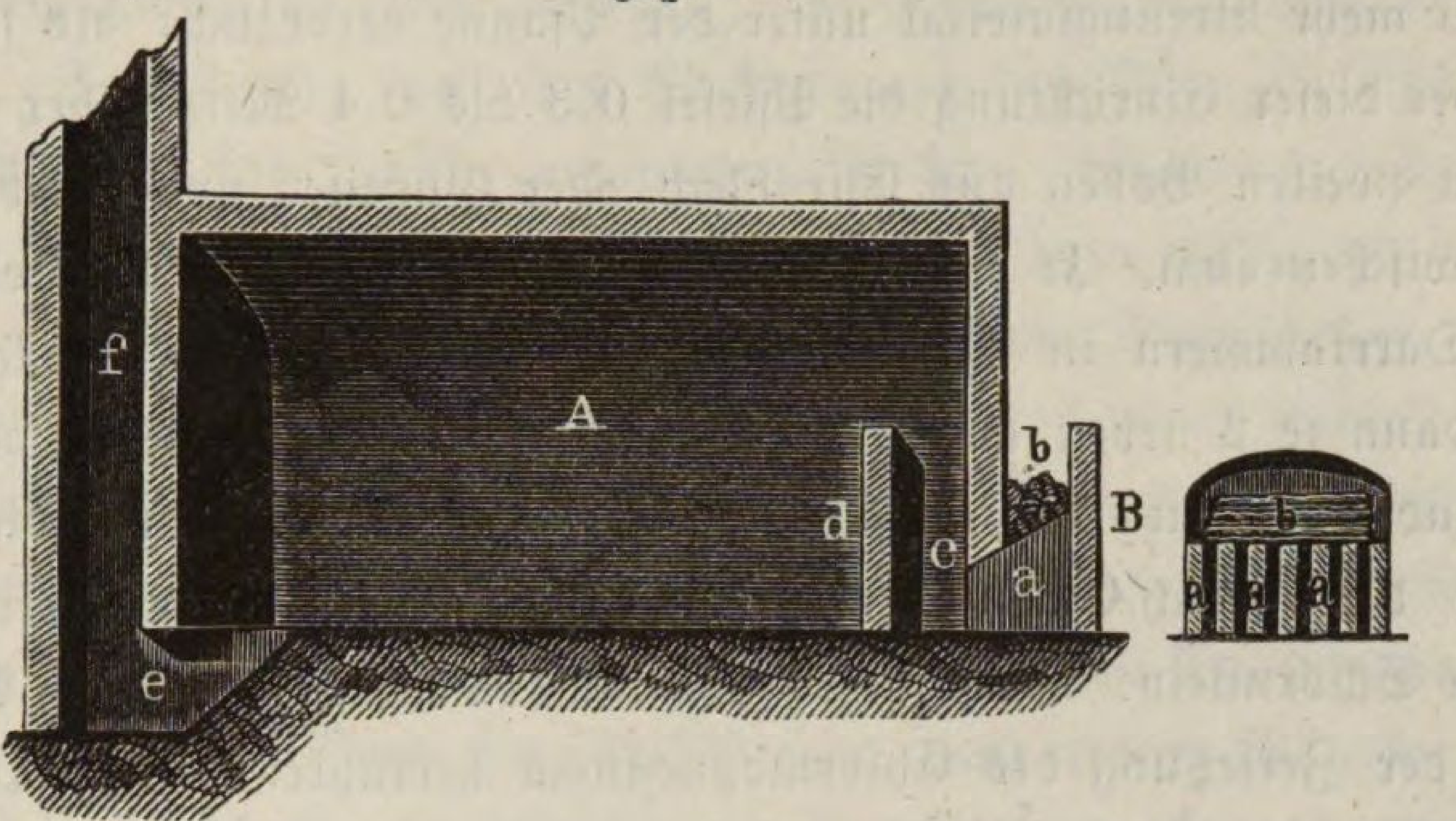
Man hat eiserne und hölzerne Gestelle. Erster lassen sich zwar einfacher aufstellen und nehmen weniger Platz ein, rosten aber und färben das Salz, weshalb sie wohl mit glasirten Thonröhren umkleidet werden. Dieselben bilden, da sie sich leicht drehen, keine stabile Unterlage. Zweckmäßiger sind in dieser Beziehung Holzgerüste, welche von der abtröpfelnden Mutterlauge bald mit einer Salzkruste überzogen werden. Diese schützt gegen Feuchtigkeit und Hitze.

Die Einrichtung einer solchen etwa 26 Fuß langen, 10 Fuß hohen und 11 Fuß weiten Dörrpfiesel *A* mit Pultfeuerung *B* für Holz hat nachstehende Einrichtung (Fig. 53): *a* gemauerte Bänke zur Auflage der Holzscheite *b* mit Zwischenräumen, durch welche die nach unten schlagende Flamme in den Raum *c* tritt und, durch die Wand *d* gezwungen, aufwärts zieht. Man bewirkt ein Aufsteigen der glühenden Gase in schräger Richtung auch wohl dadurch, daß man der Mauer *d* Neigung giebt und den Raum *c* theilweise durch ein schräges Gewölbe bedeckt. Die Gase entweichen nebst Wasserdampf durch *e* in den 18 Zoll weiten Schornstein *f*.

Man leitet auch wohl die Flamme der Pultöfen durch einen die Pfiesel durchziehenden gemauerten Feuercanal, aus welchem sie durch Seitenöffnungen in den Trockenraum tritt. Es werden die Fuderl hierbei nicht unmittelbar von der Flamme getroffen und dadurch vor einer Verunreinigung durch Staub und Ruß bewahrt.

Das Trocknen mit directer Feuerung geht rascher, als das mit Sudfeuerrauch, namentlich wenn letzterer bei großen Pfannen nicht mehr sehr heiß ist. Man trocknet gewöhnlich die größeren Fuderl durch Pultfeuerung, kleinere durch Sudfeuerrauch.

Fig. 53.



Eine Dörrkammer von 5 Meter Länge, 2,5 Meter Breite und 2 Meter Höhe faßt 1600 und mehr Salzstöckl, welche bei directer Pultfeuerung 30 bis 36 Stunden in der Kammer bleiben; incl. des Beschickens und Herausräumens der getrockneten Stöckl sind von einer Dörrung zur anderen durchschnittlich 5 Tage erforderlich und man braucht etwa $1/_{11}$ bis $1/_9$ von dem zur Versiedung des Salzes erforderlichen Brennmaterialquantum. Leitet man, wie dies auch häufig geschieht, die Feuergase von der Pultfeuerung der Siedepfannen direct in die Dörrkammern, so dauert das Trocknen 6 bis 7 Tage. Das gedörrte Salz enthält nur noch 0,5 bis 1 Proc. Feuchtigkeit. Neben einer Entwässerung und Erhöhung der Festigkeit der Stöckl erreicht man durch das Dörren auch noch eine Reinigung, indem Nebensalze, namentlich Chlormagnesium und schwefelsaures Natron, aussickern und oberflächlich sogenannte Dörrauswüchse in mehrere Zoll langen röhrenförmigen Zapfen oder in traubenförmigen Krusten sich bilden, welche vor der Verpackung entfernt werden.

Die gedarrten Stöckl enthalten etwas mehr Gips, als vor der Dörrung das Sudsalz hatte. Die Anfertigung der Salzstöckl erfordert viel Arbeit und zwingt zur Ausscheidung von beträchtlichen Salzquantitäten (Vor- und Nachgangssalzen, S. 154), als minder gut verwerthbar, die dem Stöcklsalze aber an Qualität nicht nachstehen; die Stöckl ziehen beim Transport wieder Wasser an und müssen zur Benutzung als Speisesalz wieder zerkleinert werden. Es bezweckt diese für die Salinen des Salzkammergutes charakteristische Manipulation nichts Anderes, als der producirten Waare eine äußere Form zu geben, welche an dem inneren Werthe derselben nichts verändert. Sie kommt allen-

falls nur den Zwischenhändlern zu gute, indem sie einen bequemeren Transport zuläßt.

Statt die Pfieseln mit einer besonderen Feuerung in vorhinniger Weise zu versehen, leitet man auch den von der Pultfeuerung der Siedepfannen abziehenden Rauch in erstere, erzielt aber dadurch keinen wesentlichen Vortheil, weil man dabei mehr Brennmaterial unter der Pfanne verbraucht als sonst. Man versieht bei dieser Einrichtung die Pfiesel 0,3 bis 0,4 Meter über dem Boden mit einem zweiten Boden aus Eisenblech oder Gußeisen und leitet den Rauch in den Zwischenraum. Je eine große Pfanne von 300 Q.-M. Bodenfläche ist mit 14 Darrkammern in Verbindung, welche zu je 7 über einander stehen und wo dann je 2 neben einander liegende durch eine gemeinschaftliche lange Seitenwand getrennt sind. Zunächst zieht der Rauch durch die 7 unteren Kammern, dann durch Canäle in den Umfassungsmauern in die oberen und von da in den Schornstein. Oeffnungen oben in den Kammern führen Wasserdampf und von der Zersetzung des Chlormagnesiums herrührende Salzsäure ab.

Die österreichischen Fuderl oder Stöckl unterscheiden sich von dem englischen Lumpsalt durch ihre größere Härte, weil sie durch directes stärkeres Feuer getrocknet sind. 500 Wien. Ctnr. Stöckerlsalz erfordern zum Dörren 1 Klafter Fichtenholz.

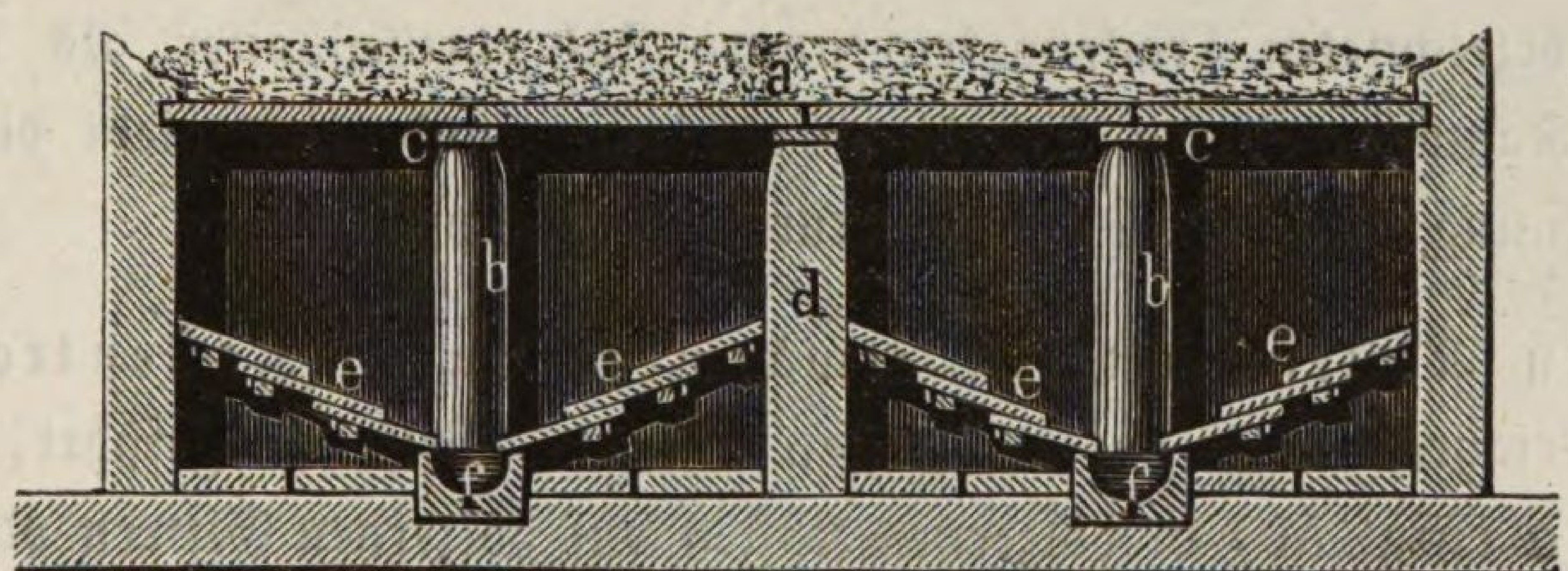
b) Trocknen der Hurmanni am offenen Feuer. In Siebenbürgen wird rasch gesottenes, feinkörniges Salz aus der Pfanne auf Pritschen geschlagen, wo während 3 bis 4 Stunden die Mutterlauge abläuft, dann das Salz in abgestumpft konische Formen gedrückt, diese umgestülpt und abgezogen. Die nur einen geringen Zusammenhalt habenden Salzhütchen (Hurmanni) werden rund um ein freies Feuer gestellt, wo sie bald so weit erhärten, daß sie eine folgende Reihe über sich tragen können. Oben ist ein Deckel von Eisenblech, welcher in Ketten hängend nahe über der Oberfläche der obersten Hütchen gehalten wird. Sobald eine Reihe hinzukommt, zieht man ihn höher. Nach sechsstündigem lebhaften Feuer kommen die Hurmanni in geheizte Magazine, was erforderlich ist, weil sie sonst Feuchtigkeit anziehen und zerbrechen. Sie werden in Stroh verpackt transportirt.

c) Auf Trockenheerden, Trockenpfannen oder Trockenaltären mit einem Boden aus Eisenblech (Schönebeck, Traunstein, Hall in Tirol, Reichenhall) oder Gußeisen (Rosenheim) oder Kalksteinplatten (Friedrichshall, Clemenshall, Schwäbisch Hall, Wilhelmshall). Die Gußeisenplatten sind etwa 0,01 Meter dick und mit einem 0,04 Meter breiten Falz versehen, welcher die nächstfolgende Platte aufnimmt; ein 0,12 Meter hoher Holzrand, dessen Befestigung durch einzelne im Ringmauerwerk des Heerdes eingesetzte schwache Schraubenbolzen geschieht, umgiebt die Pfanne. Behuf guter Trocknung muß die Darrfläche zu dem Productionsquantum, also zum Boden der

Siedepfanne, in einem gewissen Verhältnisse stehen, am besten von 1,50 bis 1,75 : 1, bei welchem eine passende, nicht zu dicke Belegung möglich ist. Unter den Boden leitet man meist die vom Sudfeuerbetriebe abziehenden Gase (Reichenhall) oder Wasserdampf darüber weg (Rauch- und Dampftrocknung). In ersterem Falle läßt man den Boden des Heerdes aus Eisen- oder Kalksteinplatten bestehen, in letzterem nur aus Steinplatten (Kalkstein, Sandstein), weil der Wasserdampf das Eisen zu stark angreift. Die Steinplatten stoßen auf gemauerten Pfeilern zusammen und man verstreicht die Fugen mit Cement. Eisenböden bedeckt man wohl, damit das Salz nicht gelb gefärbt wird, mit dünnen, stark gebrannten Thonplatten, oder giebt ihnen einen Ueberzug von Salzschlamm und Mutterlauge, welcher bei starker Hitze sich aufbrennt, oder weißt sie mit einem Gemisch von Kalkmilch und etwas Mutterlauge über und läßt beim Abpacken des Salzes jedesmal eine dünne Lage davon liegen, damit feuchtes Salz mit den Darrplatten nicht in Berührung kommt. Wird der Kalküberzug nach einem Monate oder nach längerer Zeit schadhaft, so schabt man die Platten ab und erneuert ihn. In Clemenshall trocknet man das Salz anfänglich auf Dampfpfannen und vollendet das Trocknen in Magazinen mit erwärmter Luft, welche von den Pfannenfeuerungen herbeigeleitet wird. Durch Anwendung solcher Trockenpfannen läßt sich das lästige Korbtrocknen vermeiden.

Die Dampftrockenpfannen zu Schwäbisch Hall, welche ihre Erwärmung durch den unter der Dampfsiedepfanne noch nicht ausgenutzten Dampf erhalten, haben folgende Construction (Fig. 54):

Fig. 54.



Der mit 5 Zoll hohen Holzborden umgebene Trockenheerd *a* wird aus Kalksteinplatten von Solenhofen von 2 Fuß im Quadrat und 3/4 Zoll Stärke so zusammengesetzt, daß dieselben auf gemauerten Pfeilern *b* eng zusammenstoßen. Unter die Fugen legt man einen 2 Fuß langen und 3 Zoll breiten Steinstreifen *c* und verstreicht die Fugen mit hydraulischem Mörtel. Der Raum unter dem Pfannenboden ist durch eine Scheidewand *d* in zwei Abtheilungen getheilt, in deren eine der Dampf unter der Dampfsiedepfanne weg eintritt, um die Scheidewand circulirt und auf der entgegengesetzten Seite in den Schorn-

stein gelangt. Damit das durch Condensation des Dampfes entstehende Wasser abziehen kann, stellt man auf dem Boden in jeder Abtheilung dadurch ein Dach her, daß man Dachlatten der Länge nach legt und gebrannte glatte Dachsteine *e* darüber hängt, deren Fugen durch untergelegte Schindeln und einen Verstrich mit hydraulischem Mörtel gedichtet werden. Das Condensationswasser fließt alsdann in die mit Blei ausgefütterten Rinnen *f*, welche dasselbe durch kupferne Röhren abführen.

Auf Rauchtrockenheerden breitet man das Salz etwa 4 Zoll und auf Dampftrockenheerden 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch mittelst eines hölzernen Rechens aus und läßt dasselbe bis zum nächsten Tage trocknen.

Das Verfahren beim Trocknen ist im Allgemeinen folgendes: Man breitet das Salz in 0,09 bis 0,12 Meter dicken Lagen auf der Darrsohle aus und beginnt nach einigem Trocknen das Wenden, wobei sich der Arbeiter auf das Salz stellt, dasselbe mit einer geraden Blechschaufel zersticht, die dadurch entstehenden Schollen unter vorsichtigem Umwenden dachziegelförmig über einander kippt und sie so lange trocknet, als es die Betriebseinrichtung, von der Production abhängig, gestattet. Man muß mit dem Umstechen sogleich anfangen, wenn sich bei genügendem Zusammenhange Schollen bilden lassen, welche das Lockerbleiben des Salzes und beim Abpacken und Transport nach dem Magazine ein Zerfallen gestatten. Feinkörniges Salz erfordert ein früheres Wenden, als grobkörniges. Die Steigerung der Temperatur bis zum Verknistern des Salzes ist dessen Korn schädlich. Die Zeit des Trocknens (gewöhnlich 24 Stunden) hängt von der Temperatur der Pfanne und dem Wassergehalt und Korn des Salzes ab.

Die bezeichneten Trockenvorrichtungen sind vortheilhafter als diejenigen, wo man Kammern durch Heizröhren erwärmt, und zwar giebt die üblichere Rauchtrocknung eine höhere Temperatur, als Dampftrocknung.

d) In Kästen mittelst erwärmter Luft (Kastentrocknung). Dieses Verfahren wird am einfachsten auf die Weise ausgeführt, daß man das Salz *a* (Fig. 55) in hölzernen Kästen auf hölzernen Gittern oder Horden *b* etwa 4 Zoll hoch ausbreitet, durch die Röhre *c* erwärmte Luft unter die Horden führt und, nachdem sie das feuchte Salz durchstrichen hat, durch die Röhre *d* in eine Esse leitet. Das durch die Horden hindurchfallende Salz wird in Schiebladen *e* gesammelt. Der gut schließende Deckel *f* dient zum Ein- und Austragen des Salzes. Die Luft wird gewöhnlich in eisernen Röhren erwärmt, welche entweder auf dem Siedeheerde oder unter dem Roste desselben hin- und hergehen. Auch läßt man wohl die Luft zwischen den doppelten Wänden des Aschenfalls circuliren (Fig. 56). *a* Rost des Siedepfannenheerdes; *b* eiserne Röhren zur Erwärmung der Luft unter dem Roste; *A* Aschenfall,

aus einem eisernen Kasten mit hohlen Wänden *c* bestehend, in denen ebenfalls die Luft circulirt und sich erwärmt.

Man läßt auch wohl die Erwärmungsluft von oben durch das Salz ziehen

Fig. 55.

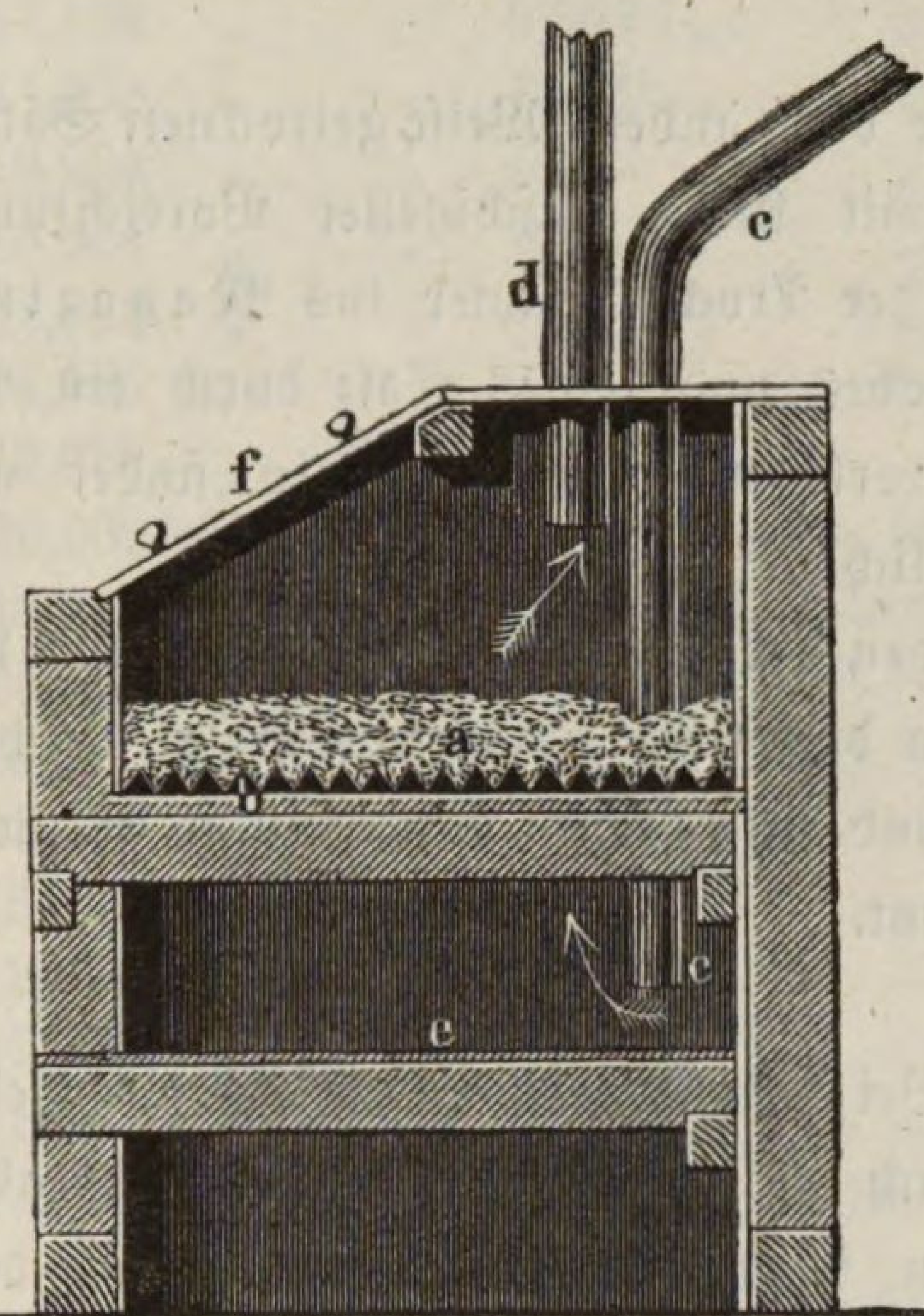
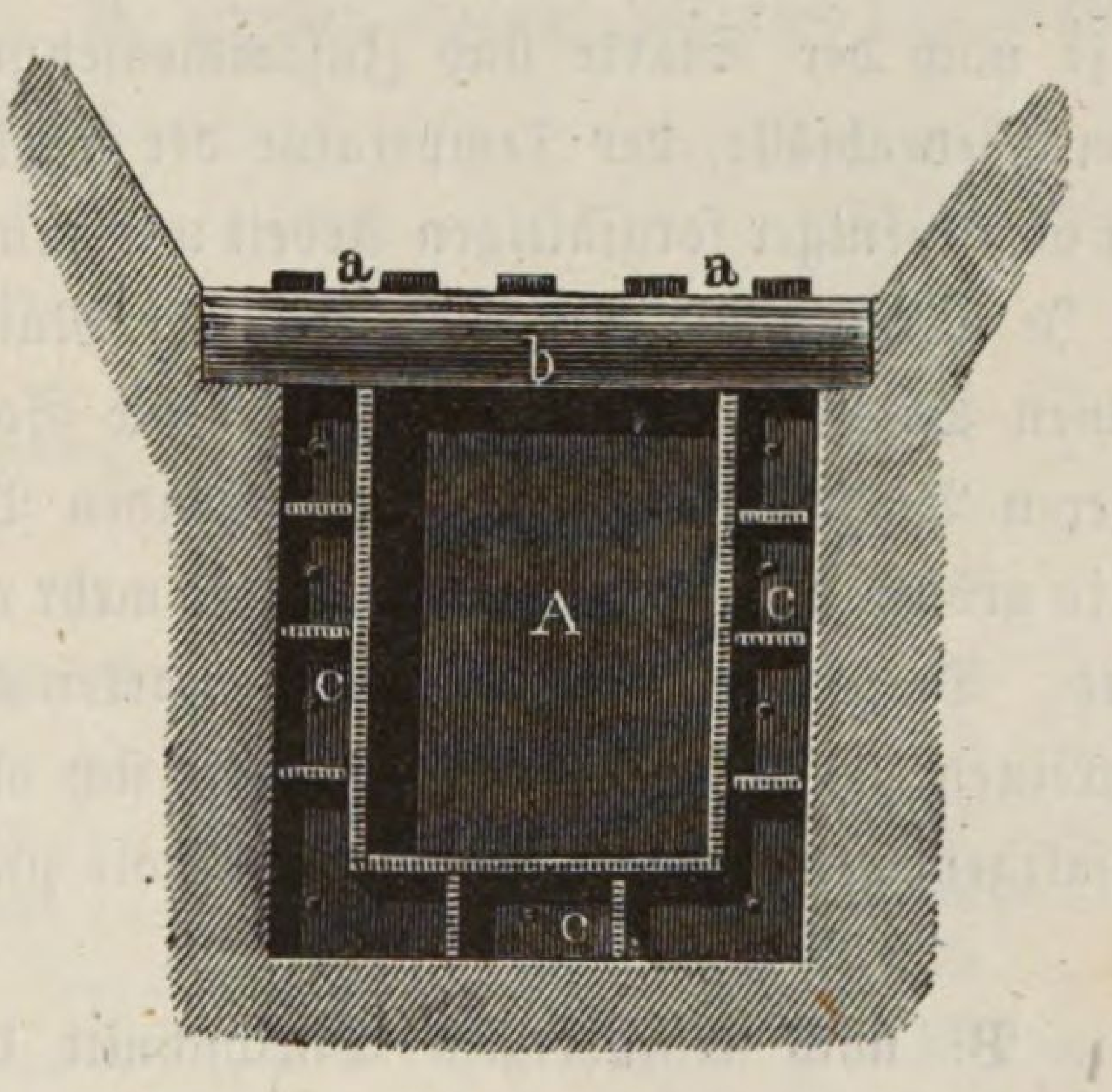


Fig. 56.



und führt sie unter dem Roste ab (Sooden, Dürrheim, Rottenmünster). Dabei überzieht sich das Salz aber leicht mit einer trocknen Rinde, welche der Luft den Durchgang erschwert.

Auf einigen Salinen (Rappenau, Friedrichshall) wird $1\,^1/_2$ Fuß über dem mit doppelten, gefugten Brettern bedeckten Mantel der Dampfpfanne ein hölzerner Rost angebracht, auf diesem das zum Abtröpfeln vorher auf die Deck-

laden ausgeschlagene Salz ausgebreitet und etwa 4 Tage lang erwärmte Luft durch dasselbe geleitet. Behuf Erwärmung der letzteren sind drei mit der atmosphärischen Luft communicirende eiserne Röhren über den Rauchheerd der Siedepfanne geführt, welche die darin erwärmte Luft in ein horizontales Rohr zusammenleiten. Dieses spaltet sich in zwei unter den Trockenrost mündende Arme.

Das auf die eine oder andere Weise getrocknete Salz wird entweder durch Menschenhände oder mit Hülfe maschineller Vorrichtungen (z. B. durch ein Paternosterwerk) aus der Trockenkammer ins Magazin geschafft und, nachdem nöthigenfalls grobes und feines Salz durch ein Wurfsieb getrennt, in Fässern und Säcken verladen. Im Magazin findet wohl noch eine Nachtrocknung durch künstliche Wärme Statt.

Das beim Beladen der Trockenvorrichtungen und beim Abtragen des getrockneten Salzes von demselben abfallende Salz, welches vom Fußboden zusammengefegt wird und mechanisch verunreinigt ist, wird schwarzes Kehr- oder Fegsalz genannt.

Salzverlust. Bei dem Salzsieden entsteht ein mehr oder weniger großer Verlust an Salz durch Bildung verschiedener Siedeabfälle (Schaum, Salzschlamm, Pfannenstein, Mutterlauge, Kehrsalz), durch den Salzgehalt des von der Siedepfanne abziehenden Brodems*) (S. 141) und auf mechanischem Wege durch Verspritzen und Verlecken der Soole bei der Arbeit. Die Größe dieses Verlustes variirt je nach der Stärke und Zusammensetzung der Soolen, der relativen Menge der Siedeabfälle, der Temperatur der Soole, dem Zustand der Pfannen, der mehr oder weniger sorgfältigen Arbeit und dem Grade der Trockenheit des Salzes. Je unreiner die Soole, desto mehr Mutterlauge ist zur Beschaffung eines reinen Salzes abzugeben; je stärker die Soole, um so geringer fallen die der kürzeren Verdampfungszeit entsprechenden Verluste durch Lecke, Brodem rc. aus; je größer der Wassergehalt, um so mehr wird der Siedeverlust scheinbar verringert. Derselbe beträgt bei reinen starken Soolen 4 bis 6, bei schwachen und unreinen bis 15 Proc. und ergiebt sich aus der Differenz im Gewichte des Rohsalzgehaltes der versottenen Siedesoole und des ausgebrachten Kochsalzes.

Es betrug z. B. nach einjährigem Durchschnitt der Siedeverlust zu Schönebeck 9,48, zu Staßfurt 7,84, zu Halle 7,88, zu Dürrenberg 10,45, zu Artern 9,79, zu Kösen 6,92, zu Königsborn 11,248, zu Neusalzwerk 814,1 Proc., auf den bayerischen Salinen zu Reichenhall, Traunstein und Rosenheim 8 Proc.

*) Lersch's Hydrochemie 1864, S. 596.

Leistungsfähigkeit einer Saline. Dieselbe läßt sich beurtheilen:

a) nach der Menge Brennmaterial, welches zur Darstellung einer gewissen Quantität Salz verwendet worden ist. Es gingen z. B. auf 1 Ctnr. Salz:

Schönebeck.......	bei 17,683=pfünd. Soole	0,417 T. Braunkohlen	= 3,708 Cbf. Holz
Staßfurt........	„ 17,188 „ „	0,547 „ „	= 4,860 „ „
Halle...........	„ 14,918 „ „	0,589 „ „	= 4,406 „ „
Dürrenberg......	„ 18,224 „ „	0,517 „ „	= 3,888 „ „
Artern.........	„ 18,454 „ „	0,623 „ „	= 4,104 „ „
Kösen..........	„ 16,472 „ „	0,531 „ „	= 3,975 „ „
Königsborn......	„ 16,453 „ „	0,163 „ Steinkohlen	
Neusalzwerk.....	„ 12,620 „ „	0,182 „ „	
Wimpfen.......	„ 26,000=proc. „	1 bis 1½ Ctnr. Steink.	
Münster am Stein	„ 18,111 „ „	1,101 Ctnr. Steink.	
Schwäbisch Hall..	„ 25,000 „ „	....	2,871 „ „
Ebensee.........	„ 18,081=pfünd. „	....	2,470 „ „
Ischl...........	„ 18,081 „ „	....	2,564 „ „
Hallstadt........	„ 18,081 „ „	....	2,457 „ „
Aussee..........	„ 18,378 „ „	....	2,907 „ „
Hallein.........	„ 17,884 „ „	....	3,048 „ „
Ebensee........	„ 18,081 „ „	1,02 Ctnr. Braunkohlen	
Rappenau.......	„ 26,000=proc. „	0,362 „ Steinkohlen.	

b) nach der Menge Salz, welche in einer gewissen Zeit (1 Jahr oder 1 Siedetag = 24 Stunden) pro 1 oder 100 Quadratfuß Pfannenbodenfläche dargestellt wird. Z. B. wurden erzeugt auf 100 Quadratfuß Pfannenbodenfläche in 24 Stunden:

Schönebeck........................	14,90 Ctnr. Salz
Staßfurt..........................	16,23 „ „
Halle.............................	12,57 „ „
Dürrenberg........................	17,15 „ „
Artern............................	11,10 „ „
Kösen.............................	11,49 „ „
Neusalzwerk.......................	3,40 „ „
Hallein...........................	18,72 „ „
Ebensee...........................	14,91 „ „
Hallstadt.........................	23,50 „ „
Ischl.............................	16,75 „ „
Aussee............................	17,25 „ „

Zu Wimpfen wurden in einem Jahre auf 100 Quadratfuß Pfannenfläche in 24 Stunden 6,00 Ctnr. Salz ausgebracht.

In den Salzkammergütern erhielt man in den Jahren 1855 bis 1857 auf 100 Quadratfuß Pfannenfläche durchschnittlich 16,32 Ctnr. Salz in 24 Stunden.

Nach Behne können, wenn man den Soolstand in den Soggepfannen nach dem jedesmaligen Salzauszuge durch Nachschlagen von gaarer Soole wieder herstellt, bei Verarbeitung gut soggender Soolen in 24 Stunden pro Quadratmeter Pfannenbodenfläche gesotten werden:

Mildes feinkörniges Salz........	100	bis	120	Kilogr.
Scharfes krystallisirtes Salz......	90	„	95	„
Mittelgrobes Salz..............	38	„	40	„
Grobkörniges Salz	24	„	25	„

c) nach der Menge Wasser, welche pro Quadratfuß Pfannenfläche in 24 Stunden (1 Siedetage) verdampft wird. So wurden z. B. zu Schönebeck 0,804, zu Staßfurt 0,892, zu Halle 0,814, zu Dürrenberg 0,891, zu Artern 0,576 und zu Kösen 0,658 Cubikfuß Wasser verdampft.

Auf den Siedeeffect ist von Einfluß: die Art des Brennmaterials, die mehr oder weniger vollkommene Feuerungseinrichtung, die Beschaffenheit der Siedesoole*), die Einrichtung zur Entfernung der Wasserdämpfe, der thermische und hygrometrische Zustand der Atmosphäre 2c.;

d) nach dem Effect der Belegschaft, d. h. nach dem von 1 Mann jährlich producirten Salzquantum. Dasselbe betrug z. B. auf den Salinen der Salzkammergüter bei einer Production von 1425000 Ctnr. Salz und 1050 Arbeitern durchschnittlich pro Salinenmann 1366 Ctnr. Die preußischen Salinen erreichen diesen Effect zum Theil nicht, besonders meist da nicht, wo gradirt wird. Es beträgt z. B. bei der etwa 4-procentigen Soole zu Königsborn die Leistung pro Mann 526 Ctnr., dagegen kommt sie zu Schönebeck auf 1622 Ctnr. Salz, übertrifft also den auf den Salzkammergütern erzielten Effect. Seitdem man auf mehreren preußischen Salinen die Brunnen- oder Bohrlochssoole durch Auflösen von Steinsalz von Staßfurt, Stetten 2c. anreichert, hat sich der obige Effect gesteigert. So kamen z. B. im Jahre 1858 auf sämmtlichen preußischen Staats- und Privatsalinen durchschnittlich auf 1 Arbeiter 1381 Ctnr. Salz.

Siedeproducte. Als solche erfolgen:

1) Reines weißes Salz, grob- oder feinkörnig oder von mittlerem Korn, ferner von mildem oder scharfem Korn. Dasjenige Salz, welches auf einigen Salinen von Sonnabend bis Montag, wo nicht gearbeitet wird, in den Soggepfannen durch langsame Krystallisation in größeren, festen, körnigen Krystallen anschießt, nennt man Sonntagssalz. Dieses Auskrystallisiren beruht darauf, daß das Kochsalz in heißem Wasser etwas löslicher

---

*) Uebles Verhalten der Sooldorfer Soole im Bergwerksfreund 5, 449; Dolffs, einige salinistisch-technische Bemerkungen in Karsten's Archiv, 1 R., 15, 412.

ist, als im kalten, beim Nachlassen der Feuerung also ein Theil des Salzes sich ausscheiden muß (S. 16).

In England siedet man folgende Arten von Salz: Stoved- oder Lumpsalt bei 125° C., dem Siedepunkt der gesättigten Soole (erhalten aus unausgesetzt stark kochender Soole, Einthun des sehr feinen Salzes in stumpf-pyramidale, im Boden siebartig durchlöcherte Gefäße, fest darin zusammengedrückt, nach dem Ablaufen der Soole umgekehrt und Anfangs gelinde, später auf mit Eisenplatten bedeckten Heizcanälen scharf getrocknet), geht ohne weitere Verpackung als Speisesalz in den Handel; Buttersalt, vom vorhergehenden nur dadurch unterschieden, daß es nicht getrocknet wird, zu landwirthschaftlichen Zwecken angewendet; Commonsalt, bei 88,7 bis 94,5° C. ersotten, geschlossene, fest zusammenhängende Pyramiden, oft mit kubischen Krystallen gemengt; Large grained Flockysalt, bei 72,5 bis 77,5° C. dargestellt, größere kubische Krystalle; am gröbsten ist das Sonntagssalz; Large grained oder Fisherysalt, bei 55 bis 61,2° C. producirt, sehr große kubische Krystalle. Man wendet dieses Salz vorzugsweise zum Einsalzen der Fische und zum Verpöckeln des Fleisches an, weil es sich nur langsam auflöst. Außer diesen Arten werden noch verschiedene Neben- und Mittelsorten fabricirt.

Von den Eigenschaften des reinen Kochsalzes war S. 15 die Rede.

Je sorgfältiger man beim Krücken verfährt, um so weißer und schöner wird das Salz.

Das gewöhnliche Kochsalz enthält meist geringe Mengen (½ bis 2 Proc.) von Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlorcalcium, schwefelsauren Verbindungen von Natron, Magnesia, Kalk, Kali und 2 bis 5 Proc. Wasser. Den größten Einfluß auf seine Eigenschaften hat das Chlormagnesium, welches ihm einen scharfen bitterlichen Geschmack und bei seiner leichten Zerfließlichkeit die Eigenschaft ertheilt, an der Luft mehr oder weniger feucht zu werden (schon ⅕ Proc.).

Die fremden Beimengungen kommen durch adhärirende Lauge ins Kochsalz. Durch Waschen mit Wasser ließe sich dieselbe zwar ausziehen, man erhält aber eine zu große Menge zu verdampfender Flüssigkeit. Durch Waschen des Salzes mit Soole, z. B. durch Tränken des auf den Dampfmantel ausgeschlagenen Salzes mit Siedesoole, läßt sich der Zweck einigermaßen erreichen, wie auch nach Hahn (Berg- und Hüttenm. Ztg. 1867, S. 222) aus nachstehenden Analysen von ungewaschenem (a und c) und gewaschenem Salze (b und d) hervorgeht:

	a.	b.	c.	d.
Chlormagnesium	0,740	0,353	0,854	0,401
Chlorcalcium	1,533	0,763	1,882	0,870
Schwefelsaurer Kalk	0,202	0,249	0,189	0,291
Wasser	5,925	2,406	10,857	7,736
	8,400	3,773	13,782	9,298

Da die zum Waschen dienende Soole durch Aufnahme der Mutterlauge ihren Gipsgehalt nicht in Lösung halten kann, so ist der Gehalt an Gips im gewaschenen Salze größer, als im ungewaschenen. Grobes Salz, kubische Krystalle halten die wenigste Lauge zurück, mehr die trichterförmigen und am meisten die feinkörnigen Sorten, namentlich wenn sie aus einer concentrirten Lauge sich abscheiden. Die Menge der in den Krystallen eingeschlossenen Lauge ist verhältnißmäßig gering. Beim raschen Eindampfen, wobei kleine Krystalle entstehen, hängt die Zusammensetzung des Salzes lediglich von der Menge und der Zusammensetzung der adhärirenden Lauge ab und es geht kein Chlormagnesium und Chlorcalcium in das Salz selbst. Ein Gehalt an Gips läßt sich schwieriger, als ein solcher an Chlormagnesium und Chlorcalcium entfernen; gipshaltiges Salz zum Einpökeln von Fleisch angewendet, veranlaßt, daß dasselbe beim Kochen schwer gaar wird.

Gutes Kochsalz hat eine rein weiße Farbe, rein salzigen Geschmack, bleibt an der Luft trocken und löst sich in Wasser ohne Rückstand auf. Specifisches Gewicht des Siedesalzes von mittelgrobem Korn = 2,05. Hahn fand das specifische Gewicht von grobem Sonnensalz = 2,0390, von trichterförmigen Krystallen 1,9169 bis 2,0353, von grobem Dampfsalz 1,9988 bis 2,0700, von feinem Sonnensalz 1,9940, von feinem Dampfsalz 2,0213, von feinem Kesselsalz 2,0704, von der Salzhaut 2,1084. Nicht immer ist das reinste Salz in der Praxis das beste; so wird das Seesalz mit gegen 4 Proc. Unreinigkeiten zum Einsalzen des Fleisches und der Fische reineren Sorten vorgezogen.

Das Kochsalz kommt, namentlich in Frankreich, verfälscht vor: mit Chlorkalium enthaltenden Rückständen vom Salpetersieden, mit Kochsalz aus Varecsoda, Glaubersalz, Gips, Sandsteinpulver &c. (Dingler's Journ. 110, 306).

In der Regel ist das Salz der letzteren Werke gegen das der ersteren wasserreicher und unreiner, desgleichen bei einem und demselben Werke der zweite Ausschlag wasserreicher, als der erste, und zwar zeigt sich dies um so mehr, je gröber das Salz ist.

Es ist räthlicher, das Salz dem Gewichte nach, als dem Maße nach zu kaufen. Zwar kann man durch starkes Anfeuchten desselben im ersteren Falle auch benachtheiligt werden, allein niemals in dem Grade, als in letzterem Falle.

Es wiegt 1 Cubikfuß preußisch, lose eingeschüttet:

Festes Steinsalz	138,6 Pfd.
Großkörniges Salz	62 bis 65 „
Grobkörniges Salz	42 „ 48 „
Mittelkörniges Salz	38 „ 41 „
Feinkörniges scharfes Salz	35 „ 38 „
Feinkörniges mildes Salz	30 „ 33 „

Durch Einstampfen läßt sich das Gewicht von grobkörnigem Salz auf 87, von feinkörnigem auf 81 Pfd. bringen.

Man reinigt das Salz durch Auflösen in destillirtem Wasser, Filtriren, langsames Abdunsten und theilweises Krystallisirenlassen. Den Gehalt an Chlormagnesium kann man durch Glühen und Auflösen oder durch Zusatz von kohlensaurem Kali zur Lösung, Filtriren und Krystallisirenlassen entfernen.

Nach einer anderen Methode löst man käufliches Salz, fällt die schwefelsauren Salze mit Chlorbarium, filtrirt, kocht das Filtrat mit überschüssigem kohlensauren Natron zur Ausscheidung der Magnesia, des Kalks und des zugesetzten Baryts, filtrirt, sättigt mit reiner Salzsäure, dampft zur Salzhaut ein, krystallisirt das Salz zwei Mal um, wäscht die Krystalle in einem Trichter aus, trocknet auf Fließpapier und schmilzt das zerriebene Salz zur Entfernung des Wassers. — Ein reines Product erfolgt auch, wenn man Kochsalzlösung mit einem geringen Ueberschuß von Barytwasser versetzt, so daß rothes Lackmuspapier gebläut wird, filtrirt, beinahe zur Trockne dampft, das von der Mutterlauge getrennte und abgewaschene Salz nochmals in wenig Wasser löst, filtrirt und das Kochsalz in einer Porzellanschale an einem warmen Orte auskrystallisiren läßt. Die getrockneten und zerriebenen Krystalle werden stark erhitzt und in einem gut schließenden Glase aufbewahrt. Das Salz enthält nur Spuren von Chlorbarium. — Vollständig durchscheinende Stücke Steinsalz sind meist rein, trübe enthalten Gips. Das reinste Kochsalz erhält man, wenn reines kohlensaures Natron mit Salzsäure schwach übersättigt, filtrirt, das Filtrat zur Krystallisation verdampft, die Krystalle abgewaschen, gelöst, nochmals eingedampft und die erfolgenden Krystalle nach dem Auswaschen und Trocknen geglüht oder bei nicht zu hoher Temperatur geschmolzen werden.

Eine gelbe Färbung kann das Salz erhalten durch organische Stoffe oder durch Eisenoxydhydrat, welches letztere entweder vom Eisengehalt der Soole oder bei niedriger Siedetemperatur vom Rosten der Siedepfanne oder von eisernen Trockenblechen herrühren kann.

Enthielt das Salz Gips oder Chlormagnesium und wurde scharf getrocknet, so löst es sich im Wasser mit Trübung auf, indem der Gips durch Verlust seines Krystallwassers unlöslich wird und unlösliche Magnesia zurückbleibt.

Analysen von käuflichem Kochsalz*).

	Halle.	Schönebeck.	Staßfurt.	Artern.	Dürrenberg.	Ischl.	Ludwigshall.	Königsborn.	Schwäbisch Hall.	Clemenshall.	Neusalzwerk.	Salzuffeln.	Rothenfelde.
Chlornatrium	98,356	97,141	98,251	97,191	98,177	87,39	99,45	95,90	98,90	96,714	91,35	91,15	90,52
Chlorkalium	—	0,004	—	0,170	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorcalcium	—	0,564	—	—	—	—	—	0,27	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,277	1,466	0,083	0,679	0,217	2,06	—	—	—	—	0,39	0,48	0,84
Schwefelsaurer Kalk	1,334	0,817	0,754	1,381	1,305	0,35	0,28	1,10	0,49	1,176	0,57	0,47	1,08
Schwefelsaure Magnesia	—	—	0,485	—	0,285	0,43	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaures Kali	—	—	0,427	0,579	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	—	1,25	0,05	—	0,005	0,081	1,00	0,89	0,55
Kohlensaurer Kalk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,040	—	—	—
Kohlensaure Magnesia	0,033	0,008	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	—	—
Kieselerde	—	—	—	—	0,016	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	—	—	—	—	—	7,91	—	—	0,60	1,989	6,68	7,00	7,00
Organische Substanz	—	—	—	—	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—

	Friedrichshall.			Rottenmünster.			Schwenningen.				Rheinfelden.	Schweizerhall.
	Feink. Salz.	Mittelgr. Salz.	Grobk. Salz.	Siedes.	Dampfs.	Vordſ.	Feink. Salz.	Grobk. Salz.	Dampfs.	Vordſ.		
Chlornatrium	97,55	92,19	97,48	98,16	96,31	96,07	96,51	97,80	92,78	95,38	98,642	98,376
Chlorcalcium	—	—	—	—	—	—	—	0,09	0,08	0,10	0,040	0,119
Schwefelsaurer Kalk	0,93	0,82	0,70	1,18	1,73	2,05	1,41	0,30	1,45	2,94	0,318	0,505
Schwefelsaures Natron	0,01	0,01	0,03	0,16	0,07	0,17	—	—	—	—	—	—
Kohlensaurer Kalk	—	—	—	0,07	0,08	0,11	0,08	0,01	0,04	0,22	—	—
Wasser	1,49	6,97	1,80	0,44	1,82	1,60	2,00	1,81	3,65	1,35	1,000	1,000

*) Sonstige Kochsalzanalysen: Hahn, Die Salinen des Saginawthales in Berg- und Hüttenm. Ztg. 1867, S. 97.

2) Gelbes Salz, die letzten Ausschläge beim Soggen, von der anhaftenden Mutterlauge mehr oder weniger gelb gefärbtes Salz (Bordsalz). Dasselbe wird entweder zu besonderen Zwecken als Gewerbesalz, hauptsächlich aber zur Viehsalzbereitung verwendet, oder im noch feuchten Zustande durch Auswaschen und Uebergießen mit Siedesoole von der anhaftenden Mutterlauge befreit und ebenfalls als weißes Salz in den Handel gegeben.

Analysen von gelbem Salz nach Heine.

	Schönebeck.	Schönebeck*).	Kösen.	Dürrenberg.	Kötzschau.	Teuditz.
Chlornatrium	94,439	96,467	67,184	93,385	85,267	80,267
Chlormagnesium	1,889	1,222	0,600	3,410	—	—
Schwefelsaures Kali	1,804	1,675	7,585	1,648	1,480	1,362
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	3,500	7,750
Schwefelsaure Magnesia	1,409	0,109	24,577	0,733	9,753	10,621
Schwefelsaure Kalkerde	0,459	0,527	—	0,757	—	—
Eisenoxyd	—	—	0,014	0,023	—	—
Kieselsäure	—	—	0,008	0,018	—	—

Analysen von Viehsalz.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.
Chlornatrium	95,83	95,45	95,73	87,29	83,03	88,77	85,39	84,28	84,74	84,41
Chlorcalcium	0,27	—	0,47	—	—	$CaO \cdot CO_2$	1,04	—	—	—
Chlormagnesium	Spur	0,07	0,06	0,76	0,28	0,64	1,22	1,19	1,31	0,80
Schwefelsaures Natron	—	0,48	—	4,41	7,07	3,28	0,88	1,02	0,40	0,90
Schwefelsaurer Kalk	1,40	1,08	1,37	1,68	4,19	1,94	3,30	3,14	3,13	3,26
Erdige Theile	0,20	0,25	0,64	3,91	3,68	3,70	1,44	4,83	4,96	5,19
Organische Substanz	0,59	0,75	0,79	0,33	0,75	0,96	1,60	—	—	—
Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	0,71	—	—	—
Wasser	1,71	1,92	0,94	1,95	1,75	1,67	1,24	1,57	1,45	1,43

a) bis f) von thüringischen Salinen nach Wackenroder; g) von Reichenhall, h) von Rosenheim, i) von Berchtesgaden, k) von Traunstein, sämmtlich nach Zöller.

Die Sorten Salz von thüringischen Salinen enthalten 1,67 bis 11,54 Proc. fremde Salze, 0,94 bis 1,95 Proc. Wasser und 0,79 bis 3,91 Proc. absichtlich beigemengte vegetabilische Substanzen und erdige Theile, namentlich auch Eisenoxyd.

In Ländern, wo die Gewinnung und der Verkauf des Salzes dem monopolistischen Zwange unterworfen sind, der Verkaufspreis also eine Steuer

*) Gelbes Salz, durch Uebergießen von Soole gereinigt.

enthält, giebt man einen Theil des Salzes für industrielle Zwecke (Gewerbesalz), namentlich für die Landwirthschaft (Düngesalz) und zum Füttern des Viehes (Viehsalz) billiger ab, versetzt dasselbe der Controle wegen aber mit Stoffen, welche es als der Steuer unterworfenes Speisesalz nicht mehr verwendbar machen (Denaturalisation, Denaturation, Degeneration des Kochsalzes).

Das Gewerbesalz enthält als Verunreinigungen: 1 bis 1 1/4 Proc. Eisenoxyd oder eben so viel Manganerze, oder 1 1/4 bis 1 1/2 Proc. Eisenvitriol oder 12 bis 15 Proc. Glaubersalz, auch wohl Salzsäure. Soll das Salz zur Darstellung von Salzsäure und schwefelsaurem Natron verwendet werden, so ist eine Versetzung mit letzteren Stoffen ohne Nachtheil, dagegen sind Eisen- und Manganverbindungen schädlich. Letzteres ist wieder nicht der Fall, wenn man Chlor daraus darstellen will; allerdings absorbirt das Eisen unnützer Weise einen Theil Säure bei der Chlorbereitung. Zum Viehsalz giebt man ebenfalls Eisenoxyd (etwa 0,75 Proc.) und bittere vegetabilische Stoffe, wie Wermuth oder Enzianwurzelpulver (1 1/2 Proc.), auch wohl Kohle. Statt des Enzians ist ein Zusatz von 1/5 Proc. menschlichem Urin und 1/5 Proc. gerbsaurem Eisen empfohlen. Zum Düngesalz nimmt man zweckmäßig bis 15 Proc. Asche und Kohle. Diese Stoffe tragen zum Feuchtwerden des Salzes bei.

Das Düngesalz des Erfurter Salzbergwerkes hat sehr günstige Resultate ergeben und besteht nach Tromsdorff aus 71,75 schwefelsaurem Kalk, 23,52 Chlornatrium, 3,28 Wasser und 1,45 Kieselsäure, Phosphorsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia und kohlensaurem Kalk. Als Düngesalz verwendet man im Salzkammergut das Fegsalz und die Dörrauswüchse (S. 161), mit 25 Proc. Holzasche versetzt.

In den österreichischen Salzkammergütern dient zur Denaturalisation Kohlenpulver, welches mit dem Kochsalz in kleine Fuderl (S. 157) von faß- oder würfelförmiger Gestalt und 1 1/2 bis 2 Pfd. Gewicht gebracht wird.

In Wieliczka enthält das Viehsalz 97 Proc. Salz, 1 1/2 Proc. Holzkohle und 1 1/2 Proc. Bitterstoffe (Wermuth, Enzian ꝛc.); Düngesalz 75 Proc. Salz, 11 Proc. Asche, 11 Proc. Gips, 1 1/2 Proc. Harn und 1 1/2 Proc. Kohle.

Kissinger Viehsalz enthält 98 Th. Kochsalz, 1 Th. Ocher, 1 Th. Wermuth, auf den übrigen bayerischen Salinen 25 Kochsalz, 73 Steinsalz, 1 rothe Farbe und 1 Kohlenpülver, oder gemahlenes Stein- und Siedesalz wird mit 1/4 Proc. Röthel und 1/4 Proc. Holzkohle versetzt. Gemahlenes Berchtesgadener Steinsalz bedarf keiner Denaturation, weil es mehr als 6 Proc. Thon und Gips enthält. Salz für chemische Fabriken versetzt man mit 1 Proc. Schwefelsäure von 50° B. oder mit 2 Proc. Salzsäure, solches für Seifensiedereien und Gerbereien mit 1/4 Proc. Petroleum.

Mit Eisenoxyd allein wird das Salz für landwirthschaftliche Zwecke nicht sicher denaturalisirt, weil seine Unschädlichkeit auch in den niedrigeren Schichten der Bevölkerung bekannt ist und sich dasselbe beim Auflösen des Salzes zu Boden setzt.

Zuweilen nimmt man eine Formatisirung des Minutien- und Viehlecksalzes vor, um demselben größere Festigkeit zu geben und dasselbe dadurch zum Transport und zum Lagern geeigneter zu machen. Zuweilen geschieht eine solche Formatisirung schon bei der Salzbereitung (Stöckl- und Fuderlsalz S. 157).

Nach Preißig und Schmidt (Polyt. Centralbl. 1866, S. 41 u. Oesterr. Zeitschr. 1865, Nr. 50) wird behuf der Formatisirung das Salz mit kaltem Wasser gleichmäßig gemengt und entweder in pyramidale Formen eingestampft (Stöcklformen) oder in Ziegelformen gepreßt. Dann folgt ein scharfes Trocknen oder Brennen in Dörrkammern mit Pultfeuerung und directer Einwirkung der Flamme (S. 160); wo eine reine Oberfläche verlangt wird, wendet man Trockenkammern an. Bei Versendung der Stöckl bedarf es keiner Fastage, es ist aber anzunehmen, daß an den meisten Consumtionsorten des verfrachteten Blanksalzes (Salz in loser Form) die Fässer einen höheren Werth haben, als die Kosten derselben am Erzeugungsorte betragen. Man spart in letzterem Falle die Kosten für das Formatisiren und Trocknen.

Schröder legt im Würtembergischen Gewerbebl. 1865, S. 261 (Wagner's Jahresber. 1865, S. 308) die technologischen und wirthschaftlichen Gründe dar, welche gegen die Salzregalität und Salzsteuer sprechen.

3) Krücksalz, die letzten salzreichen Auszüge in der Störperiode, nach dem Salzschlamm abgeschieden; wird entweder zum Viehsalz gegeben oder ausgelaugt und die Soole auf Salz versotten.

Analysen von Krücksalz nach Heine.

	Artern.	Halle.
Chlornatrium	96,324	70,064
Chlorkalium	0,027	—
Chlormagnesium	0,166	0,399
Schwefelsaures Kali	0,176	1,463
Schwefelsaure Kalkerde	1,806	22,017
Schwefelsaure Magnesia	—	0,814
Kohlensaure Kalkerde	—	0,972
Chlorhaltige Talkerde	—	0,071
Eisenoxyd	—	0,040
Kieselsäure	—	0,119
Wasser	1,501	4,041

4) Fege- oder Kehrsalz, auch schwarzes Salz, der vom Fußboden zusammengekehrte Abfall beim Salztrocknen, wird entweder zur Bereitung von Gewerbe- und Viehsalz benutzt oder bei der Siedung wieder mit aufgelöst.

5) Schaum, welcher sich beim Stören der Soole auf der Oberfläche zeigt, schmutzig braun, besteht aus organischen Substanzen, gemengt mit fremden Salzen aus der Soole, namentlich mit Gips, kohlensauren Erden und Glaubersalz und mit etwas Kochsalz. Wird gewöhnlich nicht weiter benutzt.

Analysen von Schaum nach Heine.

	Staßfurt.	Dürrenberg.	Artern.
Chlornatrium	26,090	14,909	77,119
Schwefelsaures Kali	1,694	1,687	1,176
Schwefelsaures Natron	2,964	6,856	0,502
Schwefelsaure Kalkerde	54,908	62,436	15,646
Schwefelsaure Magnesia	0,762	1,440	1,608
Kohlensaure Kalkerde	4,387	1,542	—
Kohlensaure Magnesia	0,971	0,211	—
Chlorhaltige Magnesia	0,221		—
Thonerde	0,362	0,123	0,177
Eisenoxyd	1,158	0,285	
Kieselerde	0,431	0,149	0,032
Organische Substanz	0,796	0,148	0,168
Wasser	5,256	10,214	3,572

6) Salzschlamm, Krückschlamm, Kratzerde, welcher beim Stören der Soole zu Boden geht und ausgekrückt wird. Findet wohl Anwendung in chemischen Fabriken, indem noch Kochsalz und Glaubersalz daraus dargestellt werden.

Analysen von Salzschlamm nach Heine und Berthier.

	Schönebeck.	Halle.	Artern.	Dürrenberg.	Moutiers.			Sulz.	Kösen.	
					Anfang.	Mitte.	Ende.			
Chlornatrium	57,102	26,140	89,653	32,951	47,5	6,2	64,2	2,07	32,06	53,43
Chlormagnesium	—	—	0,064	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaures Natron	13,499	3,405	—	7,452	24,5	52,6	25,7	—	28,94	20,92
Schwefelsaures Kali	1,839	1,479	0,706	0,991	—	—	—	—	0,71	1,34
Schwefelsaure Magnesia	0,409	0,320	—	0,226	—	—	—	—	0,09	1,44
Schwefelsaure Kalkerde	23,649	64,027	7,098	50,773	28,0	41,1	10,1	95,72	29,90	20,20
Schwefels. Strontianerde	—	—	—	—	—	—	—	0,40	—	—
Kohlensaure Kalkerde	—	3,600	—	0,448	—	—	—	—	0,08	0,47
Kohlensaure Magnesia	0,567	0,720	—	0,385	—	—	—	—	0,06	0,32
Eisenoxyd und Thonerde	0,060	0,116	—	0,083	—	—	—	1,8	0,09	0,12
Kieselerde	0,020	0,193	0,016	0,135	—	—	—	—	0,08	0,08
Wasser	2,855	—	0,825	6,556	—	—	—	—	7,08	1,69

Der Salzschlamm enthält ein Doppelsalz von schwefelsaurem Natronkalk, welches sich nur in der Wärme ausscheidet, wenn die Lösung wasserfreies schwefelsaures Natron enthält. In der Kälte bildet sich dasselbe nicht, so lange das schwefelsaure Natron als wasserhaltiges Salz in der Lösung existirt.

7) Hungerstein, während des Störens auf der Störpfannensohle festgebrannte Absätze von verschiedenen Salzen, von der Beschaffenheit des Schlammes und wie dieser weiter verwendbar.

Analysen von Hungerstein nach Heine.

	Schönebeck.	Dürrenberg.
Chlornatrium	44,284	27,011
Schwefelsaures Kali	2,125	1,051
Schwefelsaures Natron	20,667	5,288
Schwefelsaure Magnesia	1,638	1,943
Schwefelsaure Kalkerde	27,381	57,703
Kohlensaure Kalkerde	—	—
Kohlensaure Magnesia	0,408	—
Eisenoxyd und Thonerde	0,030	0,376
Kieselerde	0,023	0,230
Wasser	3,444	6,398

8) Salzstein, während des Soggens auf dem Pfannenboden der Soggepfanne festgebranntes Salz, mit Hungerstein mehr oder weniger vermengt, wenn Stören und Soggen in einer Pfanne geschieht. Wird meist wieder mit aufgelöst und die erhaltene Lösung beim Salzsieden mit zugesetzt oder auf Kalisalze weiter benutzt.

Der Salzstein löst sich beim folgenden Siedewerke vom Pfannenboden größtentheils wieder weg und bleibt nur beim letzten Siedewerke auf dem Pfannenstein zurück.

Analysen von Salzstein.

	Halle.	Schönebeck.	Staßfurt.	Artern.	Dürrenberg.
Chlornatrium	96,491	91,191	80,652	86,804	94,671
Chlorkalium	1,422	—	—	—	0,740
Chlormagnesium	0,482	1,609	—	—	0,719
Chlorcalcium	0,248	—	—	—	—
Schwefelsaure Kalkerde	0,537	0,226	8,030	10,561	0,592
Schwefelsaures Kali	—	1,533	1,182	0,326	0,113
Schwefelsaure Magnesia	—	0,332	3,204	0,488	—
Schwefelsaures Natron	—	—	5,183	0,778	—
Wasser	0,820	5,109	1,725	1,043	3,165
Kieselerde	—	—	0,024	—	—

9) Pfannenstein *) entsteht durch Vereinigung des Hunger- und Salzsteins, da wo Stören und Soggen in einer und derselben Siedepfanne ausgeführt wird (S. 144). Die Menge des entstehenden Pfannensteins hängt hauptsächlich von der Reinheit der Soole, der Art der Heizung und der Verdampfung ab.

An den meisten Pfannensteinen unterscheidet man zweierlei Massen, eine krystallinisch körnige, fast reines Kochsalz, und eine dichte, grauliche, wenig durchscheinende, hauptsächlich Gips und schwefelsaures Natron. Diese Rinden sind entweder scharf getrennt oder wechseln ab oder sind gleichförmig gemengt.

Der Pfannenstein enthält hauptsächlich ein Doppelsalz von schwefelsaurem Natron und Kalk, dann noch eine ansehnliche Menge Chlornatrium, außerdem etwas kohlensauren Kalk neben Magnesiasalzen, ein wenig Eisenoxyd und Wasser.

Zu Friedrichshall erfolgen von 1000 Cubikfuß Soole 1 Ctnr. Pfannenstein, zu Schwenningen 1,72 Ctnr. Pfannenstein, 20,2 Cubikfuß Mutterlauge und 146,3 Ctnr. Salz; zu Rottenmünster 1,91 Ctnr. Pfannenstein, 16 Cubikfuß Mutterlauge und 16004 Pfd. Salz; zu Clemenshall bei Alaunzusatz (S. 148) 1,03 Ctnr. Pfannenstein und 5,1 Cubikfuß Mutterlauge. Bei der reinen Soole zu Schwäbisch-Hall wird der Pfannenstein immer erst nach mehreren Jahren aus der Pfanne entfernt.

Man benutzt den Pfannenstein noch auf Kochsalz, schwefelsaures Natron, ferner zum Düngen, zur Grünglasfabrikation, als Viehlecksalz, z. B. im Salzkammergut, wenn er, wie an den heißesten Stellen, eine gewisse Dicke (bis 2½ Zoll) erreicht hat, weil er dann reicher an Chlornatrium ist. Zu Schönebeck werden Pfannen- und Dornenstein in großen hölzernen Kasten eingesumpft, der im Wesentlichen aus Gips bestehende Rückstand als Düngemittel verwendet und die Lauge, mit der Salinenmutterlauge gemischt, zunächst auf Glaubersalz benutzt.

---

*) Analysirmethoden: Heine in Karsten's Archiv 1845, Bd. 19; Rammelsberg, Quant. Analyse 1863, S. 194; Wöhler's Mineralanalyse 1861, S. 178; Brande, Untersuchungen einiger Salzabfälle hannov. Salinen in Bezug auf Glaubersalzgewinnung in Mittheil. d. hannov. Gew. Ver. 1836, S. 105.

Analysen von Pfannenstein.

	Halle.	Artern.	Dürrenberg.	Heinrichshall.	Rodenberg.	Schwäb. Hall.	Friedrichshall.	Rottenmünster.	Schwenningen.	Sulz.	Lüneburg.	Egestorfshall.
Chlornatrium	29,028	12,628	10,771	57,709	57,6	6,15	45,98	75,34	86,79	51,22	14,5	12,5
Chlorkalium	1,310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,243	—	—	—	0,5	—	0,61	0,64	—	0,50	—	—
Chlorcalcium	2,431	—	—	—	—	—	0,50	0,24	0,92	1,55	—	—
Schwefelsaure Kalkerde.	62,981	67,468	71,941	20,211	34,7	63,05	50,56	21,10	9,44	43,33	61,6	61,0
Schwefelsaures Natron.	—	8,501	9,055	2,734	7,0	14,27	—	—	—	—	19,0	13,0
Schwefelsaures Kali ...	—	1,770	1,017	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaure Magnesia	—	0,773	0,433	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlensaure Kalkerde ..	1,265	Spur	0,095	16,230	—	10,00	—	—	—	—	—	—
Kohlensaure Magnesia .	1,905	Spur	0,210	—	—	0,57	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	0,304	0,038	0,133	0,200	--	2,75	0,72	0,58	0,11	1,50	—	—
Kieselerde	0,533	—	0,150	0,160	—	0,26	—	—	—	—	—	—
Wasser	—	8,222	6,195	1,220	—	2,95	2,08	2,10	2,74	1,90	4,9	13,5

10) **Mutterlauge, Muttersoole, Bitterlauge***), welche beim zweiten oder dritten Werk (Siedung) übrig bleibt, nachdem hinreichend reines Salz daraus auskrystallisirt ist; sie ist gelblich, ölig, spec. Gew. 1,20 bis 1,28, von widerlich bitterem Geschmack, mit einem variablen Gehalt an Chlornatrium, Chlormagnesium, Chlorcalcium, Chlorkalium, schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia, schwefelsaurem Kali, Jodnatrium, Brommagnesium u. a. Ueber das Verhalten des Chlormagnesiums und Chlorcalciums in den Soolen und Mutterlaugen hat Hahn in seiner Arbeit über die Salinen des Saginawthales im Staate Michigan ausführliche Untersuchungen angestellt (Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1867, S. 163, 185, 210).

Man stellt durch Abkühlung oder weiteres Abdampfen der Mutterlauge und Krystallisirenlassen bei verschiedener Temperatur, ganz ähnlich wie aus der Mutterlauge von der Seesalzbereitung (S. 61), verschiedene technisch nutzbare Salze (**Mutterlaugensalze**) dar, wie: **unreines Kochsalz** (Gewerbe- oder Viehsalz), **schwefelsaures Natron**, **schwefelsaures Kali**, **schwefelsaure Magnesia**, **Salmiak** u. a. (Berchtesgaden, Schönebeck, Hall 2c.). Zu Ebensee wird die nach 14-tägigem ununterbrochenen Sude erfolgende Mutterlauge abgekühlt, wobei sich neben Kochsalz viel schwefelsaure Salze absetzen, dann wieder beim Salzsieden zugesetzt, wenn Stöckerlsalz (S. 157) bereitet wird. Bei Faßlsalzbereitung (S. 158) gießt man die Mutterlauge weg. Ersteres Salz sintert in den Trockenpfieseln leicht zusammen.

Dampft man die Mutterlauge ein, so scheidet sich in der Hitze nur Kochsalz aus, während beim Erkalten **Chlorkalium**, mit kleinen Mengen Koch-

*) **Hellmann**, Benutzung der Mutterlaugen der Salinen, im Polyt. Centrbl. 1849, S. 1127.

salz gemengt, sich absondert. Setzt man schwefelsäurehaltige Mutterlauge der Winterkälte aus, so ändern sich bei + 4° Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia in Chlormagnesium und schwefelsaures Natron um, welches letztere dann bei niedrigerer Temperatur auskrystallisirt. Aus dem zurückbleibenden Chlormagnesium scheidet man bei außer Gips keine Schwefelsäure enthaltenden Laugen durch Kalk die Magnesia aus und verwandelt dieselbe durch verdünnte Schwefelsäure in Bittersalz. Oder man giebt schwefelsaures Natron zur Mutterlauge, erwärmt auf 50° C. und läßt unter Abkühlung Bittersalz auskrystallisiren, indem dieses durch Umsetzung von Chlormagnesium und schwefelsaurem Natron entsteht. Auch fällt man wohl an Magnesiasalzen reiche, von Chlorcalcium freie Mutterlauge mit erwärmter Sodalösung von 20 bis 25° B., wäscht die gefällte kohlensaure Magnesia aus, erhitzt die breiige Masse in einem kupfernen Kessel bis fast zum Kochpunkte, wobei unter Verlust von Kohlensäure und Aufnahme von Wasser die Masse sich verdickt und in die Verbindung der Magnesia usta des Handels übergeht. Man füllt den erhitzten Brei in unten und oben offene Holzformen, welche auf einem durchlöcherten und mit grober Leinwand bedeckten Brette neben einander stehen. Nach dem Wegnehmen der Formen trocknet man die Magnesia in einem luftigen Raume oder durch Wärme.

Enthalten die Mutterlaugen, außer etwa vorhandenen geringen Mengen von Gips, schwefelsaure Salze, so läßt man, wenn Kali in größerer Menge vorhanden, bei gewöhnlicher Temperatur ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia ($KO . SO_3 + MgO . SO_3 + 6 HO$) auskrystallisiren, welches zur Alaunbereitung und zur Potaschendarstellung (ähnlich dem Leblanc'schen Sodadarstellungsprocesse) zu verwenden ist oder durch Kalk in schwefelsaures Kali, Gips und Magnesia sich zerlegen läßt. Nach dem Auskrystallisiren des obigen Doppelsalzes, oder wenn es überall an Kali in der ursprünglichen Mutterlauge fehlt, läßt man sich bei etwa 10° C. Bittersalz daraus ausscheiden. Bei starker Kälte krystallisirt, wie bemerkt, Glaubersalz aus den Mutterlaugen.

Enthalten die Mutterlaugen Brom- und Jodverbindungen in größerer Menge, so wendet man sie wohl für medicinische Zwecke, zu Bädern, an. Sie werden dann gewöhnlich behuf Erleichterung des Transportes und zur Erhöhung des Bromgehaltes durch weiteres Abdampfen concentrirt und als sogenannte concentrirte Mutterlaugen abgegeben mit einem spec. Gew. von 1,21 bis 1,32. In der ersten Friedrichshaller Mutterlauge sind z. B. 2 Gran, in der zweiten 14,2 Gran und in der dritten 57,5 Gran Bromnatrium im Pfund enthalten.

Solche concentrirte Mutterlaugen von Friedrichshall (a und b) und Clemenshall (c und d) nach Fehling, sowie von Kreuznach (e) bestehen aus:

	a.	b.	c.	d.	e.
Chlornatrium	20,54	10,01	20,93	11,91	0,389
Bromnatrium	0,19	0,75	0,24	0,71	—
Chlorkalium	0,28	1,23	0,90	2,82	2,383
Chlorcalcium	1,47	4,90	0,81	2,17	25,703
Chlormagnesium	3,18	9,86	3,53	9,52	3,758
Schwefelsaurem Kalk	0,19	0,20	0,31	0,19	0,009
Brommagnesium	—	—	—	—	0,689
Wasser	74,14	73,16	73,28	72,69	67,069

Zuweilen werden die Mutterlaugen nach Ausscheidung des größten Theils Kochsalz mit gelöschtem Staubkalk zur Trockne gedampft, um **Düngesalz** zu erzeugen, ein Gemenge von Gips, Magnesia, Chlornatrium, Chlorcalcium und Kalk. In den Salzkammergütern wird Düngesalz aus den schmutzigsten Abfällen beim Salinenbetriebe gemacht und dasselbe mit 2½ bis 9 Proc. Kohle vermengt.

Nur selten kann man die Mutterlauge vollständig auf **Rohsalz** versieden (Heinrichshalle bei Gera, Salinen in der Grafschaft Chester).

Analysen von Mutterlaugen*).

	Halle.	Schönebeck.	Artern.	Dürrenberg.	Schwäb. Hall.	Friedrichshall.	Rodenberg.	Unna **).	Hallein.	Lüneburg.	Sulz.	Harzburg.
Chlornatrium	6,494	15,057	14,144	11,707	25,84	24,49	5,82	2,21	19,001	15,1019	25,271	11,81
Chlorkalium	4,914	—	—	—	—	—	—	1,05	—	—	—	—
Chlormagnesium	12,695	7,200	10,847	11,521	—	0,52	18,33	8,86	8,579	9,1426	0,531	10,65
Chlorcalcium	5,350	—	—	—	—	0,23	—	21,78	—	—	0,116	—
Chloraluminium	0,042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bromnatrium	—	—	—	—	—	0,002	—	—	0,042	Spur	0,017	—
Schwefelsaure Kalkerde	0,096	—	—	—	0,41	0,42	0,11	0,01	0,260	—	0,468	—
Schwefelsaure Magnesia	—	3,522	1,417	1,850	0,07	—	5,44	—	—	0,1349	—	—
Schwefelsaures Kali	—	5,358	8,218	4,871	—	—	—	—	—	5,3721	—	8,16
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	0,002	—	—	—	0,620	—	—	1,51
Schwefelsaure Thonerde	—	—	—	0,070	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselerde	0,008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	70,401	68,863	65,374	69,981	73,67	74,32	70,30	65,91	—	—	—	67,87
Kohlensaure Kalkerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1480	—	—

*) Analysirmethoden für Mutterlaugen: **Liebig** in Ann. d. Chem. u. Pharm. 59, 330; **Rammelsberg**, Quant. chem. Analyse, S. 191; **Lersch**, Hydrochemie 1864, S. 575.

**) 0,16 Brom- und Jodverbindungen.

	Ischl.	Schwennin-gen.	Rotten-münster.	Clemenshall.	Lüneburg.
Chlornatrium	24,58	24,912	25,008	25,271	20,11
Chlormagnesium	1,45	0,404	0,514	0,531	5,23
Chlorcalcium	—	0,644	0,438	0,116	—
Bromnatrium	—	0,014	0,026	0,017	—
Schwefelsaure Kalkerde	0,02	0,304	0,352	0,468	—
Schwefelsaure Magnesia	0,26	—	—	—	4,25
Schwefelsaures Natron	1,39	—	—	—	—
Wasser	72,00	73,722	73,683	73,597	70,41

Die beim Eindampfen und Abkühlen der Dürrenberger Mutterlauge abgeschiedenen Mutterlaugensalze sind von Heine nebst zugehörigen Mutterlaugen analysirt. Die Mutterlauge (a) aus der Siedepfanne wurde, wie dies gewöhnlich geschieht, in eine kleinere Pfanne (Beipfanne), welche von der abgehenden Hitze der Siedepfanne erhitzt wird, übergeschöpft, bei einer Temperatur von 62 bis 75° C. bis zur Hälfte eingedampft, von der zurückbleibenden Flüssigkeit eine Probe (b) genommen und in einen Kasten übergezogen, worauf Proben der in der Beipfanne abgeschiedenen Salze in vier Lagen, resp. d, e, f und g, von oben nach unten genommen wurden. Nach dem Erkalten der Lauge in dem Kasten nahm man Probe von der Rückstandslauge c und dem Bodensatze des Kastens in zwei Lagen, resp. h und i.

Die Zusammensetzung dieser Producte war folgende:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Chlornatrium	19,671	18,765	15,597	92,807	92,732	91,797	91,464	93,189	93,660
Chlormagnesium	6,099	7,762	8,483	3,462	2,850	3,306	3,036	2,991	2,418
Schwefelsaures Kali	2,870	3,657	3,705	1,561	1,454	1,300	1,376	1,413	0,843
Schwefels. Kalkerde	0,246	—	—	—	—	0,218	—	—	0,128
Schwefels. Magnesia	0,812	1,166	1,392	0,403	0,447	0,345	0,526	0,339	0,273
Kieselerde	0,045	0,016	0,013	—	—	—	—	—	—
Wasser	70,257	68,634	70,810	1,839	2,672	2,854	3,638	1,700	2,301

Chlormagnesium findet sich, wie man vorher erwarten konnte, meist in den Mutterlaugen. Daß schwefelsaures Kali mehr in dieselben geht, als in das sich ausscheidende Salz, rührt wohl daher, daß dasselbe in Lösungen von Kochsalz und Chlormagnesium löslicher wird.

Es erfolgten z. B.:

zu Friedrichshall	von 16650	Cubikf. Soole	100	Cubikf. Mutterlauge	u. 248370	Pfd. Salz,
„ Clemenshall	„ 780000	„	„ 4000	„ „		
„ Sulz	„ 15582	„	„ 288	„ „	„ 218200	„ „
„ Rottenmünster	„ 15680	„	„ 250	„ „	„ 250949	„ „
„ Schwenningen	„ 18580	„	„ 375	„ „	„ 272000	„ „

Reichenhaller Mutterlaugenextract aus den Mutterlaugen der oberbayerischen Salinen (Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein und Rosenheim) wird auf die Weise dargestellt, daß man 100 Vol. Mutterlauge von 1,250 spec. Gew. auf 39 Vol. in Kochhitze eindampft, wobei sich Chlorkalium und Chlornatrium ausscheidet, die man auskrückt. In Krystallisirgefäße gebracht, krystallisirt beim Abkühlen der Lauge Chlorkalium aus. Verdampft man von dieser zweiten Mutterlauge abermals 100 Vol. auf 39 Vol., so scheiden sich dabei Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia und beim Krystallirenlassen während 72- bis 144-stündiger Abkühlung, je nach der Lufttemperatur, ein Doppelsalz von schwefelsaurer Magnesia mit schwefelsaurem Kali ab. Der dabei zurückbleibende Mutterlaugenextract von 1,3133 spec. Gew. enthält nach v. Liebig in 1 Medicinalpfund = 7680 Gran:

	Gran.
Chlorkalium	189,32
Chlormagnesium	2045,04
Chlorlithium	4,17
Chlornatrium	157,76
Chlorcalcium	—
Bromnatrium	54,55
Jodnatrium	0,05
Schwefelsaure Magnesia	170,83
Wasser und organische Substanzen	4980,58

Diese Zusammensetzung stimmt mit derjenigen des Kreuznacher Extractes überein, nur enthält letzterer statt des Chlorcalciums in ähnlicher Weise wirkendes Chlormagnesium.

Zu Schönebeck (Oesterr. Ztschr. 1861, S. 149; Berggeist 1861, S. 353) scheidet man aus der Mutterlauge in Winterkälte Glaubersalz, versiedet die bleibende Mutterlauge auf Kochsalz und überläßt die Mutterlauge davon in Sümpfen der Ruhe, wobei Chlorkalium auskrystallisirt. Die nunmehrige Lauge wird nochmals auf Kochsalz versotten; die Lauge davon liefert ein Doppelsalz aus schwefelsaurer Kali-Bittererde und schwefelsaurer Bittererde im Ueberschuß, welches auf Bittersalz benutzt wird. Die Lauge vom dritten Sude giebt noch unreines Kochsalz für Salzsäure- und Chlorkalkerzeugung, während die Mutterlauge davon hauptsächlich Chlormagnesium giebt. Letztere wird mittelst Kalkhydrats gefällt, die gefällte Kalkmagnesia mit verdünnter Schwefelsäure behandelt und dabei Bittersalz erhalten. Fällt man die Chlormagnesium enthaltende Lauge mit kohlensaurem Natron, so erhält man kohlensaure Magnesia. Der Gips von der Kalkmagnesia dient als Düngemittel und das in der Lauge gebliebene schwefelsaure Natron läßt man auskrystallisiren. Das beim Fällen mit Aetzkalk gebildete Chlorcalcium dient zur Salmiakerzeugung aus kohlensaurem Ammoniak, aus welchem Aetzammoniak und reines kohlensaures

Ammoniak fabricirt werden, das Glaubersalz großentheils zur Darstellung von Soda. Die Rückstände von der Salzsäureerzeugung benutzt man auf Glaubersalz und aus dem Rückstand von der Chlorbereitung stellt man reines schwefelsaures Manganoxydul für den Kattundruck dar. Man erhielt zu Schönebeck von 1000 Cubikfuß 19,10-pfündiger oder 24,376-procentiger Soole 165383,7 Pfd. Salz, 164,1 Pfd. Salzschlamm, 136,6 Pfd. Hungerstein, 122,6 Pfd. Salzstein und 12,2 Cubikfuß Mutterlauge.

11) Salzhaltige Siededämpfe. Die Sooldämpfe (S. 141) enthalten meist mineralische Bestandtheile und reagiren wohl von einem Gehalte an Salzsäure, durch Zersetzung von Chlorcalcium und Chlormagnesium entstanden, sauer. Lersch theilt in seiner Hydrochemie (1864, S. 596) eine Reihe von Analysen der festen Bestandtheile mit, welche in den condensirten Dämpfen enthalten waren. Dieselben enthielten Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Brommagnesium, Chlorcalcium, schwefelsaure Magnesia, schwefelsauren Kalk, Ammoniaksalze, spurenweis Jod und Kieselsäure.

C. Beispiele vom Salinenbetriebe.

Es mögen noch einige Beispiele vom Betriebe der Salinen folgen, welche bei verschiedenen Feuerungsmethoden und Feuerungsmaterialien nahe gesättigte und gradirte Soole versieden.

1) Salinen, welche nahe gesättigte Soolen versieden, die durch Auflösen von bergmännisch gewonnenem Steinsalz erhalten werden.

a) Schwäbisch Hall. Die Saline Schwäbisch Hall*) versiedet Steinsalzsoole (S. 11), welche durch Auflösung des Steinsalzes von Wilhelmsglück (S. 5) gewonnen ist und im Cubikfuß etwa 20,5 Pfd. Salz enthält. Der Salzgehalt der Soolen schwankt zwischen 22 bis 25 Proc. und darüber.

Nach Fehling enthält die Soole 25,718 Proc. Chlornatrium, 0,029 Proc. schwefelsaures Natron, 0,170 Proc. schwefelsaure Kalkerde und 0,004 Proc. kohlensaure Kalkerde.

Das Versieden der Soole geschieht in vier Rauch- und vier Dampfpfannen. Erstere sind 36½ bis 50 Fuß lang, 29 bis 33 Fuß breit und haben alle vier zusammen 5344 Quadratfuß Bodenfläche. Die Dampfsiedepfannen sind 53 bis 67½ Fuß lang, 18½ bis 27½ Fuß breit und haben alle vier an 2406 Quadratfuß Bodenfläche. Eine eiserne Rauchsiedepfanne mit 1650 Quadratfuß Bodenfläche kostet 3721 fl. 17 kr. Jede Hauptpfanne hat zwei getrennte Feuerungen. Der etwas ansteigend gelegte Rost ist 7 Fuß

*) Oesterr. Zeitschr. 1856, S. 179. 225; Preuß. Zeitschr. 2, 118.

lang, 3 1/2 Fuß breit und 3 1/2 Fuß von der Pfanne entfernt. Jedes Feuer hat drei Circulationen, der Zwischenraum zwischen Heerd und Pfanne beträgt in denselben 12 Zoll. Die Roste fangen erst 9 Fuß hinter dem Pfannenboden an. Die Feuerung geschieht mit Nadelholz bei Zuführung von erwärmter Luft, welche in einem auf der Heerdsohle liegenden Röhrensystem erhalten wird.

Die aus der Hauptpfanne abgeführten Wasserdämpfe heizen erst eine Dampfsiedepfanne (S. 128), dann Dampftrockenpfannen von 119 Fuß 5 Zoll Länge und 9 Fuß 8 Zoll Breite. Der Rauch von der Hauptpfanne heizt Rauchtrockenpfannen von 65 Fuß Länge und 4 Fuß 7 Zoll Breite.

Nachdem aus der Hauptsiedepfanne zwischen 12 und 2 Uhr täglich nach 24-stündigem Betriebe etwa 80 Ctnr. Salz ausgeschlagen sind und der Soolspiegel auf 2 bis 2 1/2 Zoll gesunken ist, füllt man die Pfanne wieder bis auf 11 bis 12 Zoll Höhe mit frischer Soole, bringt sie bis Abends 10 Uhr gaar und unterhält dann ein etwa 18-stündiges Soggefeuer bei 97,5° C., so daß also etwa alle 24 Stunden Salz ausgeschlagen wird. Aus den Dampfsiedepfannen schlägt man alle 48 Stunden 22 bis 24 Ctnr. Salz aus, erhält den Soolspiegel auf 3 bis 4 Zoll und giebt beim Soggen eine Temperatur bis zu 80° C.

Das Salz wird zum Ablecken auf den Mantel der Dampfpfanne geschlagen und kommt nach 16 bis 20 Stunden in 4 Zoll hohen Lagen auf Rauchtrockenheerde und 2 bis 2 1/2 Zoll hoch auf Dampftrockenheerde (S. 163), von da in die Magazine. Durch die Anwendung von Dampf werden 12 bis 15 Proc. des ganzen Fabrikationsquantums beschafft. Das Salz hat ein mittelgrobes Korn und ist gut (Analysen S. 172). Bei der Reinheit der Soolen dauert ein Werk häufig 9 bis 11 Wochen. Pfannenreparaturen gehören zu den Seltenheiten.

Mit 1 Klafter Scheitholz à 144 Cubikfuß erhält man aus der Sudpfanne 44,20 Ctnr., aus der Dampfpfanne 5,94 Ctnr., zusammen 50,16 Ctnr. und mit Viehsalz 51,84 Ctnr. In 24 Stunden erfolgen aus der Sudpfanne 84,37 Ctnr., aus der Dampfpfanne 11,34 Ctnr., zusammen 95,74 Ctnr. und mit Viehsalz 98,92 Ctnr. Ferner in 24 Stunden auf den Quadratfuß Pfannenfläche bei der Sudpfanne 5,11, bei der Dampfpfanne 0,71 Pfd. Salz.

Es betragen die Selbstkosten für 1 Zollctnr. Salz etwa 35 Kreuz. oder 2,52 Frs. pro 100 Kilogr., während sie für Salz aus gesättigten würtembergischen Bohrlochssoolen nur resp. 25 Kreuz. oder 1,8 Frs. ausmachen, nämlich:

für Soole	1,016	Kr.
„ Brennstoff	11,535	„
„ Arbeitslohn	5,033	„
„ Zinsen	3,405	„

(1 Fuß würtemb. = 10 Zoll = 0,91282 Fuß preuß.; 1 Quadratfuß würtemb. = 0,83323 Quadratfuß preuß.; 1 Cubikfuß würtemb. = 0,76059 Cubikfuß preuß.; 1 Pfund würtemb. = 1,00004 Pfund preuß.; 1 fl. = 60 kr. = 17½ Sgr.)

b) Schönebeck. Auf der Saline Schönebeck (S. 64, 71) ist ein Theil des zu Staßfurt bergmännisch gewonnenen Steinsalzes in Flußwasser oder in schwacher Soole zeitweilig aufgelöst. Im Jahre 1858 wurden 239574 Ctnr. Staßfurter Steinsalz in 6,7-pfündiger Soolschachtsoole, in 9,117-pfündiger Mittelsoole und in Flußwasser aufgelöst. Es erfolgten davon bei 6,799 Proc. unlöslichem Rückstand 2126431 Cubikfuß 16,689-pfündige Siedesoole mit 354872 Ctnr. Salz.

2) Salinen, welche nahe gesättigte reine Soole aus Sinkwerken versieden.

Salzkammergüter. Es gehören hierher die Salinen der Salzkammergüter*) und zwar des österreichischen (Hallstadt, Ischl, Ebensee), des steiermärkischen (Aussee) und des salzburgischen (Hallein), sowie auch Bayerns (Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein, Rosenheim), welche die Soole aus den Sinkwerken (S. 72) der Salzbergwerke von Hallstadt, Ischl, Ebensee, Aussee, Dürenberg und Berchtesgaden versieden. Die Soole von Hallstadt, Ischl und Ebensee ist 18,081-, von Aussee 18,378- und von Hallein 17,884-pfündig.

Wie bereits angeführt (S. 143), sind diese Salinen vor den norddeutschen wesentlich im Vortheil, weil sie eine reine und nahe gesättigte Soole bei billigem Holze verarbeiten. In Folge dessen wird bedeutend an Zeit und Brennmaterial gespart, indem die Störperiode und die damit verbundene Reinigung fast ganz wegfällt, ein rasches Soggen, wobei sehr feinkörniges Salz fällt, stattfinden kann und der Siedebetrieb sich ununterbrochen wochenlang fortführen läßt. Die Unterbrechung desselben wird dann weniger herbeigeführt durch die Concentration der Mutterlauge und die Bildung von Pfannenstein, als durch das Schadhaftwerden oder Werfen des Pfannenbodens. Das Ausbären des Salzes geschieht öfters (alle paar Stunden) und die fast schlammartige Beschaffenheit desselben gestattet die für hier charakteristische Fuderlbildung (S. 151).

Man hat zum Theil noch runde oder halbrunde Pfannen (S. 125) mit Strahlenheerden (Hallstadt, Aussee, Hallein), welche letztere aus ange-

---

*) Ueber die Salinen des Salzkammergutes: Oesterr. Zeitschr. 1858, S. 308; 1864, Nr. 38; v. Hauer in Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1864, S. 257; 1865, S. 369; Keller in Ann. d. min. 1862, Lief. 4, S. 1; Huyssen in Preuß. Zeitschr. 2, 1; 4, 30; Bedingungen zur Erzeugung eines guten Salzes, in Oesterr. Zeitschr. 1863, S. 202.

führten Gründen (S. 111, 124) hier ganz gute Resultate hinsichtlich des Brennmaterialverbrauches geben. Gewöhnlich sind dabei zwei für Holzfeuerung eingerichtete Roste über einander, zu oberst ein gemauerter Gurtenrost, darunter ein aus eisernen Stäben gebildeter Planrost (S. 125). Doch sind in der Mehrzahl viereckige Pfannen meist mit Strahlenheerden in Anwendung, welche mehrere Rostfeuerungen seltener an der breiten Pfannenseite für Holz- und Torffeuerung (Aussee, Ischl) haben (S. 127), als an der schmalen. In letzterem Falle geschieht die Feuerung mit Holz auf Gurtenrosten ohne darunter liegenden Eisenrost (Ebensee) und in Pultöfen (Aussee, Ischl, Ebensee) oder mit Braunkohlen in Pultfeuern (Ebensee) oder auf Treppenrosten (Ebensee S. 133).

Die runden Pfannen haben zum Theil keinen Dampffang (S. 141), die viereckigen Pfannen besitzen einen solchen am Urende der Pfanne (Ischl, Aussee) oder an der Feuerseite neben der Pfanne (Aussee, Ischl), oder es sind mehrere, bis 14 Dampffänge vorhanden (Ebensee). Zwischen Pfanne und Pfannenmantel befinden sich meist nur an der Bärseite Laden, welche entweder ganz abschließen (Ebensee) oder gegen den Pfannenrand zurückstehen (Ebensee, Ischl). Auch ist der Pfannenmantel an der Bärseite wohl nur mit Leinwandgardinen geschlossen (Aussee, Ischl). Charakteristisch für die auf Stehern (S. 124) ruhenden Pfannen ist der Bärsack (S. 115).

Der Siedebetrieb ist sehr einfach, da kein Stören der Soole erforderlich ist, sondern gleich das Soggen beginnen kann. Je nachdem der Pfannenboden mehr oder weniger Reparaturen erheischt, dauern die einzelnen Siedewerke 14 Tage bis 4 Wochen. Das Ausbären des Salzes (S. 115, 157) geschieht alle zwei Stunden. Die Mutterlauge (Lab) sammelt man in einem Bassin, in welchem sich Kochsalz (Viehsalz) und schwefelsaure Salze abscheiden, und gießt sie entweder weg, wenn man Faßlsalz (S. 158) bereitet, hebt sie aber in die Pfanne zurück, wenn Fuderlsalz dargestellt werden soll, welches beim Trocknen zusammensintern muß. Das Salz wird entweder gleich in Kufen geschlagen (S. 157) oder zuvor in den Salztrog (S. 158) geworfen und von hier in Kufen gedrückt. Die abgeputzten Fuderl bleiben zum Abtropfen einige Stunden auf der Fuderlstätte stehen und werden dann zum völligen Trocknen in die Dörrpfieseln (S. 160) mit Sud- oder Pultfeuerung gebracht.

Nach jedem Werke reinigt man die Pfanne und nimmt die nöthigen Ausbesserungen vor. Für Hauptreparaturen hat man alle Vierteljahre eine Zurichtewoche und alljährlich ein etwa sechswöchentliches Kaltlager.

Während die Salinen zu Ebensee, Ischl, Hallstadt und Aussee Stöcklsalz erzeugen, stellt man zu Hallein und Hall nur Blanksalz dar (S. 175), wobei man das Formatisiren des Salzes zu Stöckeln und das scharfe Trocknen derselben spart und das ganze während des Siedeprocesses auskrystallisirende

Salzquantum, ohne eine Abscheidung von Vor- und Nachsalzen (S. 154), zur Verwendung bringen kann.

a) Hallein. Die Saline Hallein bezieht ihre Soole aus dem Salzberge am Dürenberge, welcher mit dem Haselgebirge Berchtesgadens in Verbindung steht. Die Erzeugung, Zuleitung und Messung der Soolen geschieht wie bei den Salinen im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergut (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt 14, 257) und ist im Vorhergehenden angeführt. Wie bereits früher (S. 82) bemerkt, findet beim längeren Ablagern der Soole in Reservoiren aus Holz und Cement eine Reinigung derselben durch Umsetzen der Bestandtheile Statt, während dagegen beim Lagern in der Grube das Kochsalz nachtheilig in andere Salze umgewandelt wird. Wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht, nimmt das specifische Gewicht mit dem Wachsen der Nebensalze zu. Als Normalmaß nimmt man das specifische Gewicht von 1,2 an, welches der Dichtigkeit einer gesättigten reinen Kochsalzlösung entspricht.

Soole aus dem Werke	Spec. Gew.	Chlornatrium. Proc.	Nebensalze. Proc.
Mariä Empfängniß	1,2012	24,35	1,52
Gremberger	1,2089	24,81	1,97
Maximilian	1,2090	23,51	2,67
Mühlhäuser	1,2123	24,16	2,68
Plötz	1,2124	23,99	2,76
Schneeweiß	1,2125	23,61	3,03
Johann Ernst	1,2127	23,45	3,38
Hintersang	1,2205	23,40	4,15

Die Nebensalze bestehen aus $CaO . SO_3$; $KO . SO_3$; $NaO . SO_3$ und $MgCl$.

Vergleichungsweise mit anderen Salzen enthält nach neueren Untersuchungen von v. Hauer und Horinek (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt 15, 369; Oesterreichische Zeitschr. 1865, Nr. 45) 1 Cubikfuß Soole Pfunde:

	Soole aus dem Werke	Schwefelsaure Salze			Chlor		Summa.	Direct gefunden.
		Kalk.	Kali.	Natron.	Magnes.	Natrium.		
Hallein.	Mariä Empfängniß, 18 Wochen alt	0,210	0,203	0,325	0,291	16,497	17,526	17,526
	Gremberger 8 J. 9 „ „	0,164	0,184	0,457	0,539	16,916	18,260	18,252
	Maximilian 8 „ 19 „ „	0,164	0,450	0,423	0,784	16,031	17,852	18,022
	Mühlhäuser 1 „ 37 „ „	0,150	0,465	0,677	0,540	16,519	18,351	18,399
	Plötz 11 „ 35 „ „	0,150	0,300	0,567	0,868	16,404	18,289	18,360
	Schneeweiß 2 „ 13 „ „	0,116	0,465	0,814	0,677	16,146	18,218	18,170
	Johann Ernst 9 „ 39 „ „	0,116	0,540	0,896	0,759	16,039	18,350	18,412
	Hintersang 8 „ 10 „ „	0,096	0,661	1,122	0,977	16,108	18,964	18,992
Hallstadt.	Frisch erzeugt	0,211	0,102	0,347	0,319	16,867	17,846	18,064
	4½ Jahre alt	0,163	0,197	0,361	0,456	16,633	17,810	18,098
	Aus der Soolenstube in Ischl	0,245	0,122	0,204	0,265	16,054	17,790	17,849
Ischl.	Aus dem Werke Lebenau	0,210	0,135	0,285	0,237	16,723	17,890	17,482
	3 Jahre alt	0,096	0,336	0,980	0,349	16,931	18,692	18,562
	Aus der Soolenstube in Ebensee	0,183	0,108	0,359	0,291	16,809	17,750	17,595
Aussee.	Eustach, Herrisch, 4 Jahre alt	0,130	0,778	1,851	0,599	16,270	19,608	19,154
	Mansberg 4 Jahre alt	0,116	0,437	0,861	0,402	16,527	18,343	18,257
	Flenzner	0,116	0,631	0,665	0,514	16,780	18,706	18,888

Der fixe Rückstand sämmtlicher Halleiner Soolen enthält durchschnittlich 89,66 Proc. Chlornatrium und 10,34 Proc. Nebensalze; durch den Siedeproceß werden 46 Proc. von den Nebensalzen abgeschieden.

Ausscheidungen aus abgestandenen Laugen enthielten und zwar a) bei 18,75° C. und b) bei gewöhnlicher Temperatur ausgeschieden:

	a.	b.
Schwefelsauren Kalk	0,80	14,62
Schwefelsaures Kali	3,68	2,24
Schwefelsaures Natron	55,22	20,27
Chlormagnesium	0,36	—
Chlornatrium	39,64	56,56
Wasser	0,30	3,55
Eisenoxyd	—	1,27
Unlöslich	—	1,49

Das Werk hat 4 aus einzelnen Blechen zusammengenietete Pfannen von 60 Fuß Länge, 30,5 Fuß Breite und ¼ Zoll Dicke jede; an 3 Seiten der Bodenfläche ist mittelst Winkelschienen eine 20 Zoll hohe senkrechte Wand aus den gleichen Blechen angebracht, an der vierten Längsseite (Auskehrseite) eine Wand in schiefer Richtung gegen den Boden zur Erleichterung des Salzausziehens. Jede Pfanne wird an ihrer Vorderseite durch 4 neben einander liegende Pultöfen für Holzfeuerung von 40 Zoll Länge, 14 bis 15 Zoll Einströmungsweite und 10 bis 12 Zoll Einströmungshöhe geheizt und enthält in

ihrer Verlängerung eine Blankſalzdörre aus 1 ½ Zoll dicken Blechtafeln, unter denen die von der Siedepfanne abgehenden Gaſe hin und her und dann in den Schornſtein ziehen. Die Dörrfläche hat 12 Klafter 4 Fuß Länge und 5 Klafter Breite. Durch Schieber an den Abzugscanälen regulirt man den Zug. 4 Reſervoirs aus Betonmaſſe haben je 3600 Cubikfuß Inhalt.

Nachdem der Boden der Pfanne mit kalter Soole gewaſchen und mit Kalkmilchtünche (ungelöſchter Kalk mit Soole angerührt) überſtrichen, läßt man 1 Zoll hoch Soole ein, beginnt eine vorſichtige Feuerung, läßt ſich dann die Pfanne bis 10 Zoll Höhe (Labhöhe) füllen und erhält dieſen Stand durch ſteten Zufluß friſcher Soole in Verhältniß der verdampfenden Flüſſigkeit. Nach etwa 2 Stunden hat ſich dann ſchon ſo viel Salz am Boden angehäuft, daß zum Ausbären deſſelben geſchritten werden kann, nachdem zuvor der Soolenzufluß verſtärkt worden, um den Soolenſtand während des Ausbärens zu erhalten.

Das am Boden angehäufte Salz wird mittelſt langer hölzerner Krücken (Vorziehkrücken) von der der Arbeitsſeite (Bärgrand) gegenüberliegenden Seite (Umſtreichſeite) von 2 Mann (Ueber- und Zuzieher) der ganzen Länge nach in das erſte Drittel der Pfannenbreite gezogen, dann mit Nachziehkrücken von zwei anderen Arbeitern in das zweite Drittel gezogen, worauf der fünfte Mann (Vorbärer) mit einer kurzen Zuziehkrücke das Salz bis zur ſchiefen Wand der Arbeitsſeite bringt, von wo es ein ſechster Arbeiter (Aufrasper) mit der noch kürzeren Ausmachkrücke über die ſchiefe Wand auf den Bärgrand zieht und es unter Hülfe der Ueber- und Zuzieher an der Rückenwand des Bärgrandes auf einen Haufen bringt.

Daſelbſt bleibt es bis zur nächſten Ausbärzeit (2 Stunden) zum Abrinnen der adhärirenden Flüſſigkeit liegen, wird dann in Trögen von 3 ½ Cubikfuß Inhalt auf die Abtropfkäſten getragen, bleibt hier 20 bis 40 Stunden, wobei die Mutterlauge in ein beſonderes Baſſin abfließt, und kommt dann auf die Dörrplatte, nachdem zuvor das trockne Salz weggenommen. Dies geſchieht in der Weiſe, daß von 5 Mann 2 das trockne Salz umſchaufeln, ein dritter daſſelbe abzieht und 2 Mann (Abträger) daſſelbe in Hohlgefäßen ins Kühlmagazin tragen. Der Salzwender breitet dann das zu trocknende Salz mit Krücken gleichmäßig aus. Dieſe Arbeit wird alle vier Stunden verrichtet. Nach 14-tägiger Campagne wird die Pfanne ausgelöſcht, indem man 7 Stunden vorher den Soolenzufluß allmälig verringert und 5 Stunden nach Einſtellung der Feuerung zum letzten Male ausbärt. Dann läßt man die Mutterlauge in den Labtrog ab, meißelt den Pfannenſtein aus, nimmt die erforderlichen kleinen Reparaturen vor, ſchabt den Dörrſtein von den Dörrplatten ab, verſieht ſie mit friſchem Leinölanſtrich und beginnt die Campagne von Neuem. Größere, 5 bis 6 Tage erfordernde Reparaturen, Reinigung der Kamine und

Canäle ꝛc. werden nach Verlauf einiger Campagnen vorgenommen, etwa alle Vierteljahre. Zur Erzielung eines großkrystallinischen Salzes siedet man bei nur 95 bis 97,5° C. und regulirt die Temperatur durch Oeffnen und Schließen der Register, stärkere oder schwächere Feuerung und Erhöhung oder Verminderung der Labhöhe.

Von wesentlichem Einfluß auf den Siedeproceß ist der Gehalt der Lauge an fremden Salzen, indem dabei leicht eine dünne Krystallhaut entsteht, welche die Dampfentwicklung stört, das Ausbringen vermindert und am Boden der Pfanne ein kleinkrystallinisches, breiartiges Salz liefert. Vielleicht besteht die Haut aus einem schwerer löslichen Doppelsalz von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kali, wie aus einer später angegebenen Analyse hervorgehen kann. Es fehlt indeß an sicheren Anhaltspunkten zur Beurtheilung, welche Salzcombination wirklich vorhanden. Jedenfalls ist sie reicher an Nebensalzen, als das Kochsalz. Es scheint die Bildung der Krystallhaut mehr in jeweiligen Temperaturverschiedenheiten während des Siedeprocesses, als in der chemischen Zusammensetzung der Soole zu liegen und ein Wechsel dieser würde wohl auch zur Beseitigung des Phänomens führen. Man beugt der Bildung dieser Haut durch Einlassen frischer Soole vor, was indeß nicht immer hilft. Zweckmäßiger ist es, vorher eine Gattirung der unreinen Soole mit reinerer vorzunehmen und das Gemisch einige Zeit abstehen zu lassen. Bei sonst gleichbleibenden Umständen steht die Menge des ausgebrachten Salzes mit den Witterungsverhältnissen, der Beschaffenheit des Holzes und der Aenderung der Soolentemperatur im innigen Zusammenhange. Bei jeder Pfanne wechseln 14 Arbeiter in 6=stündigen Schichten, wovon 6 die Pfanne, 1 die Feuerung bedienen. Beim Darren sind 10 Mann in 6=stündigen Schichten beschäftigt.

Im Jahre 1863 erfolgten aus 1778222 Cubikfuß Soole mit 49538 Cubikklaftern (1 Cubikklafter = 2 Wiener Klafter 36=zöllig) weichem Holz 278801 Ctnr. Salz, also auf 1 Cubikklafter Holz 56,28 Ctnr. oder mit 1 Ctnr. Holz 1,44 Ctnr. Salz; Ausbringen in 24 Stunden bei 3 Pfannen 902,26 Ctnr.; Salzgewinnung pro Quadratfuß Pfannenboden 16,43 Ctnr. 1 Pfund Holz verdampft 4,1 Pfd. Wasser und es entspricht das Ausbringen 89,1 Proc. von der theoretisch angenommenen Wärmeleistungsfähigkeit des Holzes.

Die Zusammensetzung verschiedener Producte ist folgende:

Salinenproducte.	a. Speisesalz.	b. Pfannenstein.	c. Mutterlauge.	d. Mutterlaugensalz.	e. Salzhaut.
Schwefels. Kalk	1,33	13,99	0,12	1,70	0,36
„ Kali	1,09	2,62	2,86	1,33	3,68
„ Natron	—	11,91	2,43	—	0,39
„ Magnesia	—	0,05	—	—	—
Chlormagnesium	0,76	—	4,04	0,50	3,52
Chlornatrium	94,48	69,26	19,08	94,66	74,98
Chlorkalium	1,56	—	—	1,30	—
Eisenoxyd	—	1,60	Spur	—	—
Thonerde	—		—	—	—
Wasser	0,75	0,57	71,24	0,50	17,07

Die nach jeder Siedecampagne in ein Bassin (Labstube) abgelassene Mutterlauge setzt durch freiwillige Krystallisation noch ein beträchtliches Salzquantum ab. 1 Cubikfuß Mutterlauge wiegt bei 1,2334 spec. Gew. 69,564 Pfd. mit 28,76 Proc. fixem Rückstand, so daß 1 Cubikfuß Lauge 20,006 Pfd. Salze enthält.

Zu **Hallein** wurden früher (1850) in zwei runden Pfannen mit 5360 Quadratfuß Bodenfläche und 9 bis 10 Zoll Tiefe in 24 Stunden 1553392 Cubikfuß 17,884-pfündige Soole in 379,6 Betriebstagen à 24 Stunden versotten. Mit 5314 Cubikklafter à 216 Cubikfuß Holz erfolgten 240783,23 Ctnr. Salz oder aus 1 Cubikfuß Soole 15,50 Pfd. und mit 1 Cubikklafter weichem Holz bei der Siedung 47,65 Ctnr. Salz. In 24 Stunden erhielt man im Ganzen 502,03 Ctnr. und auf 1 Quadratfuß Pfannenfläche 18,72 Pfd. Salz. Mit 1 Cubikklafter hartem Holz wurden 922,54 Ctnr. Salz gedörrt und mit derselben Holzmenge im Ganzen bei der Siedung und Dörrung 45,31 Ctnr. Salz dargestellt.

b) **Ebensee.** Zu **Ebensee**, wo nach dem neueren österreichischen System in viereckigen Pfannen mit Strahlenheerd gesotten wird, sind im Jahre 1850 3471588 Cubikfuß 18,081-pfündige Soole in sechs Pfannen mit 12512 Quadratfuß Flächeninhalt und 12 Zoll Tiefe in $858^{21}/_{24}$ Betriebstagen à 24 Stunden verarbeitet.

Mit 9724 Cubikklafter Holz und 40271,87 Ctnr. Braunkohlen wurden 484051,75 Ctnr. Speisesalz ersotten oder es erfolgten aus 1 Cubikfuß Soole 15,93 Pfd., mit 1 Cubikklafter weichem Holz 51,88 Ctnr. und mit 1 Ctnr. Braunkohlen 0,98 Ctnr. Salz bei der Siedung. In 24 Stunden erhielt man im Ganzen 622,80 Ctnr. und in derselben Zeit auf 1 Quadratfuß Pfannenfläche 14,91 Pfd. Salz. Mit 1 Cubikklafter Holz wurden 1731,43 Ctnr. Salz gedörrt und mit 1 Cubikklafter Holz bei der Siedung und Dörrung zusammen 50,37 Ctnr. Salz erzielt.

Im Jahre 1862 wurden 679000 Ctnr. Sudsalz und 18700 Ctnr. Abfälle (Pfannenstein, Dörrauswüchse beim Stöckltrocknen) mit 20000 Klafter gemischtem weichen und harten Holz erhalten und zwar aus 3880000 Cubikfuß Soole von 1,2027 bei 18,75° C., wonach 1 Cubikfuß = 67,832 Pfd. Dieselbe ist fast ganz gesättigt (25,94 Proc. haltig, während gesättigte Soole 26,47 Proc. NaCl enthält). Aus 1 Cubikfuß erfolgen nach Abfall des Pfannensteines 17,5 Pfd. an verwerthbarem Kochsalz. Die Soole ist sehr rein von kohlensaurem Kalk und wird unter continuirlichem Zufluß von frischer Soole versotten, weshalb Vorgangs-, Mittel- und Nachgangssalz ziemlich gleiche Zusammensetzung zeigen. Die Mutterlauge von 1,2194 bei 18,75° C. (1 Cubikfuß = 68,774 Pfd., fixer Rückstand in 1 Cubikfuß 19,064 Pfd.) kommt wieder zur nächsten Campagne. Soole und Siedeproducte enthalten:

	Soole in 1 Cubikfuß.	Sudsalz.	Pfannenstein.	Dörrauswüchse.		Mutterlauge in 1 Cubikfuß.
	Pfd.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfd.
Chlornatrium	16,795	96,44	47,87	70,62	79,28	15,528
Schwefels. Natron	} 0,129	0,56	} 19,11	8,34	4,95	0,976
„ Kali		—				
„ Kalk	0,488	1,24	29,16	1,19	0,82	0,495
Chlormagnesium	0,298	0,62	1,30	10,68	6,65	} 1,657
Brommagnesium	Spur	—	—	—	—	
Eisenoxyd	Spur	—	0,16	—	—	—
Kieselsäure, Thonerde	Spur	—	0,13	—	—	—
Wasser	—	1,06	2,09	6,49	8,00	—

c) Ischl. Zu Ischl sind im Jahre 1862 1778710 Cubikfuß Soole gewonnen und in 2 Sudhütten in 3 Pfannen 273453 Ctnr. Sudsalz, 14564 Ctnr. lockere Nebensalze und 91 Ctnr. Pfannenstein mit 8683 Klafter Holz erzeugt. Auch kommt hier Hallstädter Soole zur Versiedung. Spec. Gew. der Soole von Hallstadt und Ischl resp. 1,2052 und 1,2154, Gew. 1 Cubikfuß resp. 67,973 und 68,548 Pfd., Salz in 1 Cubikfuß resp. 17,849 und 18,562 Pfd. Die Soolen sind incl. der Nebensalze völlig gesättigt und von bemerkenswerther Reinheit, so daß sie ziemlich weit versotten werden können. Durch den Siedeproceß werden 6,47 Th. fremder Stoffe aus 100 Th. Chlornatrium entfernt. Die Zusammensetzung der Soolen und Siedeproducte ist folgende:

	Schwefelſ. Kalkerde.	Schwefelſ. Kali (Natron).	Chlor-magneſium.	Chlor-natrium.	Waſſer.	Eiſenoxyd.	Rückſtand.
Hallſtädter Soole........	0,36	0,44	0,35	25,16	73,74	—	—
Iſchler Soole	1,03	1,72	0,55	24,65	72,92	—	—
Vorgangſalz	0,58	1,08	0,16	92,43	4,84	—	—
Mittelſalz	1,16	1,99	0,16	95,85	1,75	—	—
Nachgangſalz	0,14	0,73	0,12	96,89	2,12	—	—
Mutterlauge	0,22	1,70	2,01	23,58	72,48	—	—
Dörrauswuchs..........	0,53	4,65	1,86	83,97	8,99	—	—
Pfannenſtein	28,12	37,56	0,47	30,22	3,46	0,13	0,04

Im Jahre 1855 wurden mit 1 Cubikfuß Holz dargeſtellt: zu Ebenſee 40,5, zu Iſchl 39,0, zu Hallſtadt 40,7, zu Auſſee 34,4 und zu Hallein 32,8 Pfd. und mit 1 Pfd. Holz reſp. 1,56 — 1,51 — 1,55 — 1,33 und 1,37 Pfd. Salz. Der Grund, weshalb Auſſee am ſchlechteſten ſiedet, liegt in ſeiner gipshaltigeren Soole, desgleichen äußert ſich der Einfluß der unreineren Soole von Hallein in dem größeren Brennmaterialverbrauch.

Der zu Hallſtadt erreichte Effect, welcher hinter der höchſtmöglichen Leiſtung des Holzes nicht weit zurückbleibt, hat ſeinen Grund in dem beſſeren Brennmaterial, der beſſeren Soole, der vortrefflichen Lage des Sudhauſes und des Holzlagerplatzes, ſowie hauptſächlich der weiteren Benutzung der von der Hauptpfanne abziehenden Gaſe für eine Nebenſiedepfanne.

Die Selbſtkoſten pro Ctnr. erzeugtes Salz gehen von über 1 fl. auf 54 kr. herunter; der Verkaufspreis beträgt über 6 fl.*).

d) Hall. Die Saline Hall in Tyrol verſiedet reinere Soolen, als die von Hallein und ſie ſtehen den allerreinſten Sorten von Iſchl und Hallſtadt gleich; ſie enthalten weniger Schwefelſäure als die übrigen Soolen und den Kalkgehalt theilweiſe als Chlorcalcium, weshalb derſelbe beim Sieden ſich nicht ſo vollſtändig als Gips abſcheiden läßt. Der Gips fällt faſt vollſtändig bei der Verdampfung aus, während die Mutterlauge ein beträchtliches Kalkquantum zeigt. Die Regelmäßigkeit in dem Verhalten des ſpecifiſchen Gewichtes zur Menge der Nebenſalze tritt in der folgenden Tabelle nicht hervor, weil ihr Geſammtgehalt an fixen Stoffen faſt durchweg geringer iſt, als das aufgelöſte Quantum fixer Maſſen in einer geſättigten reinen Kochſalzlöſung beträgt. Auch iſt der Chlornatriumgehalt ein wechſelnder, ſo daß hierdurch das ſpec. Gew.

*) 1 Wiener Fuß = 1/6 Klafter = 1,007193 rheinl. Fuß; 1 Wiener Quadratfuß = 1,014437 rheinl. Quadratfuß; 1 Wiener Cubikfuß = 1,021733 rheinl. Cubikfuß; 1 Cubikklafter = 216 Wiener Cubikfuß; 1 öſterr. Ctnr. = 1,1200 Zoll-Ctnr.

fühlbar beeinflußt wird. Die Summe der Nebensalze ist so gering, daß die Differenzen in ihrer Menge selbst bei genauer Bestimmung des spec. Gew. sich nicht zeigen können.

Soole aus dem Werke	Spec. Gew.	Chlornatrium.	Nebensalze.
Lehrbach	1,1939	23,48	1,17
Fenner	2,2005	24,71	1,01
Bei der Hütte geschöpft	1,2026	24,88	1,07
Vom Hauptsoolenciment am Berge	1,2033	24,86	1,04
Leopold v. Buch	1,2040	24,94	0,87
Koberwein	1,2064	25,40	1,00
Rumel	1,2070	25,72	0,90
Maximilian	1,2071	25,75	0,75

Sieben Pfannen von je 980 bis 1400 Cubikfuß Inhalt befinden sich in 3 Sudhütten; Verhältniß zwischen Flächenraum der Siedepfannen und Dörren 100 : 43. In Vorwärmpfannen von den abgehenden Gasen erhitzt, scheiden sich aus der Soole schwer lösliche Nebensalze aus. Die Dörren werden ebenfalls durch die Feuergase der Siedepfannen geheizt. Man heizt auf Treppenrosten mit Häringer Eocen-Kohlen und mittelst von drei Ventilatoren herbeigeführten Unterwindes von 7 bis 8 Linien Wasserdruck; der Nutzeffect der Kohlen beträgt an 90 Proc. Das Nachfüllen der Kleinkohle geschieht mittelst verschließbarer Füllungstrichter. Dauer der Siedecampagnen 13 Tage, Höhe des Soolenstandes bei Feuerung mit Kleinkohle 6 bis 7 Zoll, bei Heizung mit Grobkohle 8 bis 9 Zoll, während mit Holz feuernde Salinen 10 bis 11 Zoll Labhöhe haben.

Die in den Bergbauen zu Ischl, Hallstadt, Aussee, Hallein und Hall aus dem Haselgebirge gewonnenen Soolen sind im Wesentlichen nur wenig verschieden. Der Gehalt an Chlornatrium schwankt in allen untersuchten Sorten zwischen 23,10 bis 25,11 Proc., jener an Nebensalzen zwischen 1,22 bis 4,73 Proc.; 100 Th. des fixen Rückstandes der Soolen halten im großen Durchschnitt 91 bis 92 Proc. Chlornatrium und 8 bis 9 Proc. Nebensalze. Das gewonnene Kochsalz ist aus den verschiedenen Soolen nahezu gleichwerthig, d. h. es besitzt nahe denselben Gehalt an Chlornatrium. Als Verunreiniger spielen Gips, schwefelsaures Natron und Chlormagnesium die Hauptrolle, Kalisalze sind durchweg nur in geringen Mengen vorhanden und kohlensaure Salze gar nicht.

Man gewinnt jährlich 240- bis 250000 Ctnr. Salz und zwar sind zur Gewinnung von 1 Ctnr. 5,73 bis 5,75 Cubikfuß Soole erforderlich. Man braucht jährlich 120000 Ctnr. Kohlen. Mit 1 Ctnr. Kohle können 210 Pfd. Salz erzeugt werden; der praktisch erzielte Nutzeffect aus der Kohle entspricht 90,9 Proc. von dem theoretischen. Die Siedeproducte enthalten:

Salinenproducte.	Speisesalz.	Mutterlauge.	Pfannenstein.	Bodensatz in der Vorwärmpfanne.	Mutterlaugensalz.	Viehlecksalz.
Schwefelsaurer Kalk ...	0,70	—	58,06	84,06	0,07	95 Proc. Kochsalz.
Schwefelsaures Kali ...	—	0,24	—	—	—	3 „ Steinsalz.
Schwefelsaures Natron.	—	—	4,17	—	—	1 „ Eisenoxyd.
Schwefelsaure Magnesia	—	—	0,42	—	—	1 „ Kohlenstaub.
Chlorcalcium.........	0,49	1,97	—	—	0,22	—
Chlormagnesium	0,49	2,85	—	—	1,92	—
Chlornatrium	95,05	20,56	33,00	2,33	90,28	—
Chlorkalium..........	—	1,10	—	—	—	—
Thon	—	—	0,22	6,80	—	—
Eisenoxyd..	—	—	0,14	4,66	—	—
Kohlenstaub	—	—	—	—	—	—
Wasser	2,77	73,28	3,12	1,16	6,76	—

e) **Hallstadt.** Die Saline **Hallstadt** versiedet jährlich durchschnittlich 940000 Cubikfuß Bergsoole, die durch Auslaugen des Haselgebirges in Wehren am Salzberge von Hallstadt gewonnen wird, auf etwa 164500 Ctnr. Salz. Die hüttengaare Soole hat bei 17,5° C. 1,202 spec. Gew.

Nach **Schrötter** (Oesterreichische Zeitschr. 1863, S. 136) haben die Soole und daraus erzeugte Producte nachstehende Zusammensetzung:

	Soole A.	Soole B.	Soole C.	Mutterlauge von A.	Pfannenstein von A.	Sudsalz von A.
Chlornatrium	25,526	25,226	27,075	20,638	79,182	95,248
Chlormagnesium ...	0,494	0,685	0,661	3,964	1,524	0,762
Brommagnesium ...	0,016	0,021	0,021	0,051	—	—
Schwefels. Kali.....	0,462	0,329	0,637	1,485	0,370	—
Schwefels. Natron...	0,325	0,996	—	1,995	9,431	1,610
Schwefels. Kalk.....	0,340	0,235	0,289	0,097	8,777	0,614
Wasser..........	—	—	—	71,770	0,430	1,740
Lösl. Rückstand.....	—	—	—	—	—	0,226

v. **Hauer** giebt im Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt 1864, S. 270 Analysen der Soolen und Producte von Hallstadt, Ischl, Aussee und Ebensee.

Eine vergleichende Zusammenstellung der Sudbetriebsergebnisse bei den Salinen Ebensee, Ischl, Hallstadt und Aussee in den Jahren 1833, 1843, 1853 und 1863 (Oesterreichische Zeitschr. 1863, Nr. 29) hat ergeben, daß die Salzerzeugung seit 30 Jahren um 58 Proc. gestiegen ist, 1 Wiener Klafter Holz (108 Cubikfuß) i. J. 1863 an 5 Ctnr. Salz mehr als i. J. 1833 gegeben hat, hauptsächlich in Folge einer Zusammensetzung der Pfannen aus

einfachen Blechen mit Dampfkesselnietung (wodurch nebst vielen anderen Vortheilen die Erzeugung um 10 Proc. gestiegen ist) und Einführung der Holzpultfeuerung, welche eine reine Verbrennung und ein freies Durchleiten der Pfannenfeuerungsgase durch die Darrkammern gestattet, wodurch die Dörrzeit sich um $1/5$ abgekürzt hat.

f) Galiziens Salinen. Die Salinen Galiziens (Laczko, Kossow, Rebnik und Kalusz) *) werden meist durch Soolen aus dem Haselgebirge gespeist. Marguelis hat das Steinsalz neuerdings auf Abraumsalze und die Salinenproducte auf Kaligehalt untersucht, um denselben im Falle des Vorhandenseins nutzbar zu machen, ähnlich wie in Staßfurt. H. Rose hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß sowohl in Staßfurt, wie zu Kalusz die blauen Kochsalzwürfel nur aus Chlornatrium bestehen, die farblosen und röthlich braunen aber viel Chlorkalium enthalten. (Nach Rube rührt die blaue Farbe von Steinsalz (S. 4) auch vom eingeschlossenen Kohlenwasserstoff her.) Die Berg- und Hüttenproducte von Laczko, wo das Haselgebirge ausgebeutet wird, haben die Zusammensetzung (A.) ergeben.

Die Analysen der Berg- und Hüttenproducte von Rebnik (B.) zeigen ebenfalls keinen Kaligehalt.

Zu Kossow (C.) besteht die Erzeugung theils aus natürlicher Soole, theils aus Steinsalz, welches aus den die Lagerstätte durchziehenden Einlagerungen reinen Salzes gewonnen wird. Die Abfälle werden künstlich verwässert.

Die Producte von Kalusz (D.) zeichnen sich durch einen Gehalt an Kalisalzen, hauptsächlich Sylvin (Chlorkalium) aus, welcher an gewissen Stellen bis 63 Proc. steigt. Eine $1\,1/2^0$ mächtige Ablagerung enthält 55 Proc. Chlorkalium (krystallisirte Salze vom ersten Horizont), der Anbohrschacht nicht. Es zeigt sich hier ein blaues und farbloses Krystallgemenge, welches außer $1/10$ bis $2/10$ Proc. Gipskrystallen und chemisch reiner Chlorkaliumkrystalle nur blaues chlorkaliumhaltiges Kochsalz enthält. Die blaue Farbe folgt nur den Kochsalzkrystallen. Mitte, Liegendes und Hangendes des Salzflötzes enthalten keine Kalisalze.

---

*) Salinen Galiziens: Oesterr. Ztschr. 1868, Nr. 9 u. 11; Berggeist 1868, S. 73; Salinen Siebenbürgens: Jahresber. der k. k. geol. Reichsanstalt 1867, S. 475.

A. Laczko.	Soole, flüssig.	Soole, in 100 Th. im fixen Rückstand.	Blanksalz.	Nachsalz.	Mutterlaugensalz.	Pfannenkern.	Pfannenstein.	Mutterlauge.
Doppeltkohlensaure Kalkerde	0,009	1,036	—	—	—	—	—	—
Kohlensaure Kalkerde	—	—	Spur	—	—	Spur	6,524	—
Schwefelsaure Kalkerde	0,492	1,979	1,944	1,658	0,194	7,825	65,913	0,224
Schwefelsaures Natron	0,009	0,036	0,112	—	—	0,538	14,274	—
Chlorcalcium	—	—	—	0,019	0,033	—	—	0,875
Chlormagnesium	0,104	0,418	—	0,134	0,050	0,019	—	2,356
Brommagnesium	—	—	—	—	—	—	—	0,061
Chlorkalium	—	—	—	—	Spur	—	—	0,295
Chlornatrium	24,260	97,531	96,941	97,199	98,540	91,594	8,465	25,249
Unlösliches	—	—	—	—	0,520	—	1,023	—
Wasserverlust bei 160° C. und Analysenverlust	—	—	1,003	0,990	0,662	0,824	3,801	—

B. Rebnik.	Steinsalz. Gangende 80 unter Tag.	Steinsalz. Oberer Horizont 880 unter Tag.	Steinsalz. Unterer Horizont 800 unter Tag.	Soole. 1 Mon. alt. Continus Wässerung	Soole. Quellsoole aus 240 tiefem Schacht.	Soole. Gereinigte Berg- und Sudsoole.	Blanksalz. Anfang des Gudes.	Blanksalz. Mitte des Gudes.	Blanksalz. Ende des Gudes.	Hurmannisalz.	Nachsalz der Nachpfannen.	Pfannenkern.	Mutterlauge.
Doppeltkohlens. Kalkerde	—	—	—	—	0,052	0,036	Spur	—	—	—	—	0,071	—
Schwefelsaure Kalkerde	8,245	8,962	7,403	0,376	0,365	0,386	1,098	1,207	1,393	1,377	1,264	4,843	0,131
Schwefelsaures Kali	—	—	—	Spur	Spur	0,010	—	—	Spur	—	—	—	0,574
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	0,165	0,042	0,007	0,136	0,122	—	—	0,704	—
Chlorcalcium	0,508	0,522	0,207	0,055	—	—	—	—	—	0,019	0,014	—	—
Chlormagnesium	0,286	1,300	0,723	0,158	0,291	0,220	Spur	0,205	1,226	0,123	0,526	0,711	6,020
Chlorkalium	Spur	0,151	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,158
Chlornatrium	90,281	97,873	90,698	25,209	23,917	24,514	98,208	97,914	96,818	97,884	97,788	93,431	20,106
Wasserverlust bei 160° C. / Analysenverlust	0,680	1,192	0,969	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	—	—	—	74,202	75,210	74,709	—	—	—	—	—	—	—

C. Kossow.	Steinsalz.			Soole flüssig.	Hurmannisalz.	Blanksalz.	Pfannenkern.	Mutterlauge.
Doppeltkohlensaure Kalkerde	—	—	—	Spur	—	—	Spur	—
Schwefelsaure Kalkerde	2,102	1,607	1,923	0,400	1,092	1,764	5,632	0,148
Chlorcalcium	0,254	0,176	0,251	0,066	0,143	0,298	0,215	1,386
Chlormagnesium	Spur	—	Spur	0,043	—	0,007	—	0,682
Thon und Sand	—	—	—	0,001	—	—	—	—
Chlornatrium	97,334	97,946	97,542	25,649	98,320	98,268	93,766	24,981
Wassergehalt bei 160° C. und Abgang	0,310	0,270	0,274	0,445	0,868	0,387	—	—
Brommagnesium	—	—	—	—	—	—	—	0,030
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	0,057

D. Kalusz.	Steinsalz.						Soolen.				Blanksalz.			Pfannenkern.	Mutterlauge.
	Krystallisirte Salze. Anbohrschacht.		Kalisalze 1½° mächtig.	Mitte des Salzflötzes.	Liegendes Salzflötz.	Hangendes Salzflötz.	Natürliche Quellsoole.	Einlaßhöhe Sudhaus.	Wiesner Saugwerk, trüb.	Rittinger Saugwerk.	Anfang.	Mitte.	Ende.		
	Roth.	Blau.													
Schwefelsaure Kalkerde	5,431	—	5,769	7,304	7,731	11,856	0,345	6,472	0,170	0,456	1,256	0,877	0,894	5,839	—
Schwefelsaures Kali	—	—	0,154	—	—	—	0,044	0,037	0,708	—	—	0,022	0,494	1,037	1,590
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	0,026	0,026	0,202	—	0,624	—	0,177	0,311	—	0,018	2,096
Chlorcalcium	0,336	—	—	0,013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,135	—	0,092	0,841	0,731	0,814	0,229	0,905	1,083	0,623	0,125	0,479	0,848	0,391	21,666
Chlorkalium	63,012	36,111	54,924	—	—	—	—	0,689	—	0,545	—	—	0,154	—	—
Chlornatrium	29,993	63,871	38,803	91,511	91,040	86,950	25,678	25,888	25,083	25,677	98,106	97,624	97,079	92,040	6,450
Wassergehalt bei 160° C. und Abgang	1,089	0,028	0,258	0,331	0,472	0,654	—	—	—	—	0,336	0,187	0,631	0,675	—
Brommagnesium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,142
Unlösliches	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,821	—	—	—	—

Durch die Auffindung dieser reinen, nur schwefelsäure- und magnesiafreien Sylvin enthaltenden Salze kann Staßfurt, welches hauptsächlich Carnallit hat, eine Concurrenz entstehen.

3) Salinen, welche ungradirte Soolen aus natürlichen Soolquellen, Soolbrunnen oder Bohrlöchern versieden.

Hierher gehören besonders die Salinen Englands (Grafschaft Chester), Würtembergs (Friedrichshall, Clemenshall, Sulz, Wilhelmshall zu Rottenmünster und Schwenningen)*), Badens (Ludwigssalinen zu Dürrheim und Rappenau), Hessens (Ludwigshall bei Wimpfen), einige Salinen Altpreußens (Halle, Artern, Staßfurt ꝛc.), Hannovers (Sülbeck, Lüneburg ꝛc.) u. a. Die Salinen Englands, Würtembergs und Badens sind wegen der reineren Beschaffenheit der Soolen in großem Vorzuge vor den meisten Salinen Norddeutschlands, indem sie weniger Zeit- und Brennmaterialaufwand herbeiführender Reinigungsarbeiten bedürfen, wie die nachstehenden Beispiele ergeben.

a) Ludwigssaline bei Rappenau in Baden. Die etwa 26-procentige Soole (Analyse S. 12) wird 1 bis 2 Stunden angewärmt und so zur völligen Gaare gebracht. Dann beginnt in derselben Pfanne das Soggen, ohne daß beide Perioden durch den Act des Krückens getrennt sind. Ist gleich die Soole sehr rein, so hat doch der Umstand, wenn man das Krücken ganz vernachlässigt, einen wahrnehmbaren Einfluß auf die Farbe und das Ansehen des Kochsalzes. Je nach dem zu erzeugenden Korn dauert das Soggen 48 oder 96 Stunden, worauf man das Salz an den beiden Langborden mit hölzernen Schaufeln auf den Pfannenmantel schlägt, dann in Spankörben in Trockenkammern bringt, welche durch die Gase vom Sudfeuerbetriebe erwärmt werden, indem man dieselben in eisernen Rauchröhren zu den Kammern führt. Auch findet Kastentrocknung durch heiße Luft (S. 165) über dem Mantel der Dampfpfanne Statt. Nach vierwöchentlichem Betrieb wird die Pfanne geleert, gereinigt und nöthigenfalls reparirt.

Man hat 12 Feuerpfannen von 32 bis 44 Fuß Länge, 24 bis 28 Fuß Breite und 768 bis 1232 Quadratfuß Pfannenfläche, sowie eine Dampfpfanne von 56 Fuß Länge, 28 Fuß Breite und 1568 Quadratfuß Fläche. Aus der Dampfpfanne wird das Salz alle 10 Tage ausgeschlagen. Die Feuerpfannen haben zwei Roste von 3 Fuß Breite und 4 Fuß Länge und Circulirheerde. Die Feuerung geschieht mit Steinkohlen.

Mit 1 Ctnr. Steinkohlen sind aus 26-procentiger Soole 272 Pfd. und incl. Dampfsalz 276 Pfd. Salz erzeugt worden, während aus der nur 12,5-procentigen Soole zu Königsborn in Preußen mittelst derselben Steinkohlenmenge nur 80½ Pfd. Salz dargestellt werden (v. Carnall, Preuß. Zeitschr. II. 109).

b) Ludwigshall bei Wimpfen im Hessen-Darmstädtischen. Es wird hier eine nahe 26-löthige reine Soole 12 bis 14 Zoll hoch in die

*) Prinzinger, über Salinen Würtembergs in Oesterr. Zeitschr. 1856, S. 178.

Pfanne gefüllt, 6 bis 7 Stunden gestört, sorgfältig gekrückt und dann die gaargestörte Soole ausgesoggt. In den kleinen Pfannen dauert das Soggen 3, in den größeren 4 Tage bei einer Temperatur von einigen 60° C. Nach Beendigung des Werkes wird jedesmal das Salz ausgezogen, die Pfanne sofort wieder gefüllt und der Betrieb 4 Wochen so fortgeführt, wo dann die Pfanne geleert und vom Pfannenstein gereinigt wird. Nach einvierteljährigem Gange werden die Pfannen einer gründlichen Reinigung, Durchsicht und nöthigenfalls Reparaturen unterworfen.

Das grobkörnige Salz von ausgezeichneter Schönheit wird gleich in Spankörbe geschlagen, bleibt in diesen zum Ablecken einen Tag lang neben der Pfanne stehen und wird hierauf in Trockenkammern gebracht, welche durch mit den Feuerheerden der Siedepfannen communicirende Rauchröhren geheizt werden.

Es sind 25 Pfannen mit 29360 Quadratfuß Bodenfläche für ein Fabrikationsquantum von 170000 Ctnr. Salz vorhanden, so daß im Jahre auf den Quadratfuß Pfannenfläche durchschnittlich 6 Ctnr. Salz erzeugt werden. Die Größe der Pfannen ist S. 113 angegeben. Alle Pfannen haben zwei Roste mit Circulirzügen (S. 126) für Steinkohlenfeuerung. Die $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß breiten und 4 Fuß langen Roste mit $\frac{5}{8}$ Zoll starken, gußeisernen, fischbauchförmigen Traillen sind zur Zusammenhaltung der Wärme und zur weiteren Verzehrung des Rauches mit einem Gewölbe versehen. Die Feuerhöhe über dem Roste beträgt 24 bis 28 Zoll.

Die kleinen Pfannen liefern in 4 Betriebswochen gegen 600 Ctnr., die großen 1000 bis 1100 Ctnr. Salz und es geht auf 2 bis 3 Ctnr. davon 1 Ctnr. Steinkohlen (v. Carnall, Preuß. Zeitschr. II. 100).

c) Saline Halle. Man versiedet mit Staßfurter Steinsalz angereicherte Soole aus dem Gutjahrbrunnen (Analyse S. 11). Die Soole wird in etwa 5 bis 7 Stunden, wohl unter Nachschlagen von Soole, abgestört, der Schlamm etwa $\frac{3}{4}$ Stunden lang sorgfältig ausgekrückt und dann bei gemäßigter Feuerung zum Soggen geschritten, welches je nach der Größe der Pfannen verschiedene Zeit, ungefähr 19 Stunden, dauert. Man zieht etwa alle 3 Stunden das Salz an die Pfannenborde und schlägt es während des Soggens zwei Mal aus, das zweite Mal am Ende des Werkes, wenn der hintere Theil der Pfanne sich von Soole entblößt zeigt. Nach dem Ausschlagen des Salzes läßt man wieder neue Soole ein und setzt die Siedung fort. Nach jedem dritten Werke wird die Mutterlauge aus den Pfannen geschöpft, um auf Kalisalze benutzt zu werden.

Die Pfannen sind mit Planrosten für die gröberen Braunkohlen (Knorpelkohlen) und mit Treppenrosten für klare Kohlen, sowie mit Circulirheerden versehen.

Im Jahre 1858 wurden auf der königlichen Saline 1010766 Cubikfuß 14,918-pfündige Soole — durch Auflösen von Staßfurter Steinsalz in der 13,116-pfündigen Soole aus dem Gutjahrbrunnen erhalten — in fünf Pfannen à 1000 Quadratfuß Bodenfläche auf 138893 Ctnr. Magazinsalz bei 7,88 Proc. Siedeverlust versotten. Auf 1 Quadratfuß Pfannenfläche sind in 24 Stunden Siedezeit 0,814 Cubikfuß Wasser verdampft und in derselben Zeit 12,57 Ctnr. Salz pro 100 Quadratfuß Pfannenfläche ausgebracht. Auf 1 Ctnr. Salz gingen 0,589 Tonnen Braunkohlen, im Effecte = 4,406 Cubikfuß Kiefernholz. Für 100 Cubikfuß Wasserverdampfung wurden 67,885 Cubikfuß Kiefernholzäquivalent consumirt. Aus 7500 Cubikfuß Mutterlauge von der königlichen und pfännerschaftlichen Saline erfolgten 324 Ctnr. an Chlorkalium reiche Kalisalze zur Alaunbereitung. 1865 erfolgten von 836350 Cubikfuß 13,116-pfündiger Soole 96825 Ctnr. Siedesalz bei 9 Sgr. 8 Pf. Selbstkosten.

Die Selbstkosten excl. der Verwaltungskosten betragen auf den Salinen der preußischen Provinz Sachsen durchschnittlich:

für Rohsoole	—	Sgr.	6	Pf.	bis	—	Sgr.	9	Pf.
„ Gradirung	—	„	9	„	„	1	„	3	„
„ Brennmaterial ...	4	„	—	„	„	7	„	—	„
„ Arbeitslohn	1	„	6	„	„	2	„	—	„
„ Zinsen	—	„	9	„	„	1	„	—	„
„ Unterhaltung	1	„	6	„	„	2	„	—	„
	9	Sgr.	—	Pf.	bis	14	Sgr.	—	Pf.

In Schönebeck betrugen in einem der letzten Jahre die Selbstkosten excl. Amortisation und Verzinsung pro Ctnr. Salz 6 Sgr. 3,1 Pf.

Die Anlage- und Unterhaltungskosten preußischer Salinen im großen Durchschnitt sind bereits S. 66, bei der Gewinnung des Kochsalzes aus Salzsoolen angegeben.

d) Saline Artern. Im Jahre 1858 wurde 18,454-pfündige Soolschachtsoole, nachdem dieselbe auf den Verdecken der Soolreservoire durch Berührung mit Luft vom Eisengehalt befreit worden, versotten. Von 2083800 Cubikfuß gereinigter Soole mit 384671 Ctnr. Rohsalzgehalt erfolgten bei 9,79 Proc. Siedeverlust 349903 Ctnr. Magazinsalz. In 24 Stunden Siedezeit wurden pro Quadratfuß Pfannenfläche 0,576 Cubikfuß Wasser verdampft und pro 100 Quadratfuß 11,10 Ctnr. Salz dargestellt. Auf 1 Ctnr. Salz gingen 0,623 Tonnen Braunkohlen, im Effecte = 4,104 Cubikfuß Kiefernholz. Pro 100 Cubikfuß Wasserverdampfung gingen 78,9 Cubikfuß Holzäquivalent auf.

e) Englische Salinen. Die Salinen in Cheshire und Worcestershire (S. 77) versieden circa 20-pfündige Soole aus Soolschächten

in sehr zweckmäßig eingerichteten Siedegebäuden (S. 108). Während auf den meisten preußischen und deutschen Salinen sich in einem Gebäude nur 1 bis 2 Siedepfannen befinden, so bringt man in England eine größere Anzahl davon in ein Gebäude, wodurch Anlagecapital und Unterhaltungskosten verringert, die Leistung der Arbeiter vermehrt und die Beaufsichtigung erleichtert wird. Man legt in England 3 bis 10, zuweilen bis 17 Pfannen parallel neben einander, Tropfbühnen dazwischen und überdeckt jede einzelne Pfanne mit einem leichten auf Säulen ruhenden Dache, wobei sämmtliche Pfannen übersehen werden können. Diese Einrichtung gestattet noch die Belegung mehrerer Pfannen mit einer Kameradschaft, Ersparung an Schürern und größeres Zusammenhalten der Wärme. Die Soole wird in runden 12 bis 13 Fuß tiefen unbedachten Erdreservoirs aufbewahrt, welche vollständig mit Thon ausgefüttert sind; die Thonfüllung ist mit Ziegelsteinmauer überkleidet. Die Pfannen haben 20 Fuß Länge und 16 Fuß Breite bis 135 Fuß Länge und 35 Fuß Breite; auf größeren Werken selten unter 60 : 20 Fuß. Der Flächeninhalt wechselt von 320 bis 3375 Quadratfuß. Das über dem Feuer liegende Eisenblech hat $^3/_8$ Zoll, das übrige $^1/_{16}$ bis $^1/_4$ Zoll Stärke. Die Bordhöhe beträgt $1^1/_2$ bis 2 Fuß und manche Pfannen haben einen Bärsack. Da man meist nur grobes Salz ersiedet, so ist der Aufwand an Pfannenblech zu Reparaturen nur unbedeutend. Die Feuerungseinrichtungen lassen Verbesserungen zu, welche aber wegen Billigkeit des Brennmaterials (dasselbe ist z. B. 21 Mal billiger als in der Provinz Sachsen) keine Beachtung finden. Brodemfänge und Pfannenmäntel fehlen meist, die Tropfbühnen haben mit den süddeutschen Aehnlichkeit. Zuweilen liegen einige Pfannen und die zugehörigen Tropfbühnen höher, als die anderen und es fließt dann die Tropflauge tiefer liegenden Pfannen zu.

Man erzeugt durch mehr oder weniger große Beschleunigung des Abdampfprocesses mehrere Sorten großentheils grobkörniges Salz; nur das Speisesalz wird unter stetem Aufwallen der Soole bei ihrem Siedepunkte sehr feinkörnig, fast mehlartig erhalten, in Formen eingestampft und 10 bis 14 Tage getrocknet, worauf es ohne Emballage (Lumpsalt) in den Handel geht. Die übrigen 4 bis 5 Salzsorten (S. 169) werden nicht getrocknet. Die Verwaltung der englischen Salinen ist sehr einfach und wohlfeil. Die Selbstkosten für das beste englische Speisesalz bleiben immer hinter den niedrigsten der preußischen Salinen zurück, was seinen Grund hat: in den sehr geringen Kosten der Soolerzeugung, in der hohen Leistung der Arbeiter (wegen der zweckmäßigen Gruppirung der Siedepfannen, bequemer Betriebsvorrichtungen beim Auswirken und Transportiren des Salzes), in den sehr geringen Unterhaltungskosten der Gebäude und Betriebsanlagen (veranlaßt durch leichtere Construction der Gebäude mit einer größeren Anzahl Pfannen, geringere Belastung

derselben, niedrigeren Preis des Pfannenbleches und geringere Reparaturkosten bei Ersiedung von meist Grobsalz, sowie durch den Mangel der vielen Dienst- und Arbeiterwohnungen), in dem niedrigen Preis der Steinkohle, in dem Mangel an Verpackungskosten, in sehr unbedeutenden Verladungskosten, in der nicht kostspieligen Administration und dem Mangel aller Knappschaftsinstitute.

f) Hannoversche Salinen. Von den hannoverschen Salinen hält die Lüneburger nach Behne $25\frac{1}{2}$ Proc. Rohsalzgehalt. Wegen einer geringen Beimengung von kohlensaurem Eisenoxydul bedarf sie einer Klärung mit Blut, dagegen wegen ihrer Reichhaltigkeit zum Stören nur kurze Zeit, so daß das Stören bis zum beendigten Schlammziehen 4 bis 6, das Soggen beim feinkörnigen Salz 18 Stunden dauert. In einer größeren Pfanne von 9,36 Meter Länge, 7,72 Meter Breite und 0,30 Meter Bordhöhe bei 72,259 Quadratmeter Bodenfläche und 21,677 Cubikmeter Inhalt wird feinkörniges Salz und in zwei kleineren von 9,36 Meter Länge, 4,82 Meter Breite und 0,38 Meter Höhe bei 45,115 Quadratmeter Bodenfläche und 17,143 Cubikmeter Inhalt wird mittelgrobes Kochsalz dargestellt. Die beiden Stör- oder Klärpfannen haben 4,56 Meter Länge, 2,62 Meter Breite und 1 Meter Höhe, so daß jede 10 Cubikmeter Soole faßt. Bei der Siedung auf feinkörniges, aber scharf krystallinisches Salz schlägt man nach dem jedesmaligen Auswirken von Salz aus der Soggepfanne gaare Soole aus der Störpfanne nach, entfernt aus letzterer alle acht Tage den Schlamm und aus der Soggepfanne den aufgebrannten Salzstein monatlich zweimal. Wie bereits bemerkt, hat sich hier die Vorrichtung von Stör- oder Klärpfannen neben Soggepfannen gegen früher, wo für das Stören und Soggen nur eine gemeinschaftliche Pfanne vorhanden war, sehr vortheilhaft erwiesen. Während man früher täglich 5600 Kilogr. feinkörniges und 2400 Kilogr. grobkörniges, zusammen 8000 Kilogr. weißes getrocknetes Salz erzeugte, ist die tägliche Leistung auf 10000 Kilogr. gestiegen, nämlich auf 6500 Kilogr. feinkörniges und 3500 Kilogr. grobkörniges. Die übrigen Vortheile sind oben (S. 145) bereits erwähnt.

Von anderen hannoverschen Salinen hat Hahn (Berg- und Hüttenm. Ztg. 1865, S. 69) die Zusammensetzung der Bohrlochsoolen und Salinenproducte wie folgt erhalten*):

---

*) Es bedeutet: 0 nicht gefunden; — nicht bestimmt; Sp. Spur; Sp.! starke Spur; Spt. spectralanalytisch gefunden; Spt.! desgleichen starke Spur.

	a. Bohrlochssoolen.				b. Mutterlaugen.			c. Magazinsalz.			d. Abfallsalz.
	Salzderhelden.		Sülbeck.	Rothenfelde.	Salzderhelden.	Sülbeck.	Rothenfelde.	Salzderhelden.	Sülbeck.	Rothenfelde.	Salzderhelden.
	1 a.	1 b.									
Chlornatrium	25,540	10,099	25,216	5,315	13,51	20,82	12,004	—	—	—	75,69
Chlorlithium	Spt.!	Spt.!	Spt.!	Spt.!	Spt.!	Spt.!	Spt.!	—	—	—	—
Chlorkalium	0,270	0,73	0,260	—	4,65	1,583	—	0,0817	0,0440	0,0268	0,94
Chlormagnesium	0,1894	13,365	0,4516	0,0892	6,90	3,374	11,939	0,2952	0,1462	0,4917	—
Brommagnesium	0,0015	0	0,0012	Sp.	0,0383	0,0092	0,0045	—	—	—	—
Schwefelsaures Kali	—	4,623	0,412	0,126	—	1,333	3,741	—	—	—	—
Schwefelsaures Natron	—	—	—	—	—	—	0,602	—	—	—	5,77
Schwefelsaure Magnesia	0,2617	—	—	—	4,06	—	—	0,2033	0,0879	0,3218	1,14
Schwefelsaurer Kalk	0,3352	Spr.!	0,3266	0,3155	0	0,233	Sp.!	0,3563	0,6307	0,8483	12,97
Doppeltkohlensaurer Kalk	0,0136	—	0,0082	0,2368	—	—	—	—	—	—	—
Doppeltkohlensaure Magnesia	0,0160	—	0,0013	0,0038	—	—	—	—	—	—	—
Doppeltkohlensaures Eisenoxydul	0,0013	—	0,0004	0,0033	—	—	—	—	—	—	—
Doppeltkohlensaures Manganoxydul	0,0018	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	—
Rest Natron	—	0,335	0,046	—	—	0,110	—	—	—	—	0,43
Rest Chlor	0,011	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Freie Kohlensäure	0,0	—	0,123	0,069	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	0,0005	0,0006	0,0011	0,0014	—	—	—	0,0037	0,0041	0,0055	—
Kieselsäure	0,0008	—	0,0012	0,0017	—	—	—	—	—	—	u. Fe_2O_3 0,19
Schwefelsaure Barylerde	0	0	Spt.	0	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaure Strontianerde	Spt.!	—	Spt.!	Spt.!	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	Sp.	—	Sp.	Sp.	—	—	—	—	—	—	—
Thallium, Cäsium, Rubidium	0	—	0	0	0	0	Spt.	—	—	—	—
Jod	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—
Wasser	73,451	70,683	73,210	93,924	70,67	72,495	70,276	—	—	—	1,78
Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	e. Düngesalz.		f. Viehsalz.	g. Pfannenstein.		
	Salzderhelden.	Sülbeck.	Sülbeck.	Salzderhelden.	Sülbeck.	Rothenfelde.
Chlornatrium	30,974	20,101	93,642	25,604	32,019	14,073
Chlormagnesium	—	0,277	0,524	4,117	0,192	0,276
Chlorkalium	—	0,093	—	—	—	—
Schwefelsaures Natron	—	—	0,651	18,763	10,689	8,788
Schwefelsaures Kali	1,263	0,908	—	2,923	—	—
Schwefelsaurer Kalk	59,801	30,388	2,325	42,692	52,872	69,501
Schwefelsaure Strontianerde	Spt.	0,005	—	—	0,305	—
Schwefelsaure Magnesia	—	—	—	—	0,536	—
Rest Natron	—	—	—	—	0,220	0,099
Rest Chlor	—	—	—	0,281	—	—
Kohlensaurer Kalk	0,186	0,898	0,202	0,161	—	0,141
Kohlensaure Magnesia	0,223	Sp.	0,147	0,482	0,044	0,189
Kohlensaures Eisenoxydul	0,654	3,159	—	—	—	—
Durch Salzsäure ausziehbar: Eisenoxyd	1,558	—	—	0,226	0,022	0,229
Durch Salzsäure ausziehbar: Thonerde	0,518	2,023	—		0,125	
Durch Salzsäure nicht ausziehbar: Eisenoxyd	1,020	Spr.	—	0,204	0,576	0,198
Durch Salzsäure nicht ausziehbar: Thonerde		8,997	—			
An Kieselsäure gebunden, Kalkerde	—	0,927	—	—	—	—
Phosphorsaures Natron	—	—	0,128	—	—	—
Frei oder an Kieselsäure gebunden: Kalkerde	—	—	0,168	—	—	—
Frei oder an Kieselsäure gebunden: Thonerde	—	—	0,455	—	—	—
Frei oder an Kieselsäure gebunden: Eisenoxyd	—	—	0,342	—	—	—
Frei oder an Kieselsäure gebunden: Manganoxydul	—	—	Spr.	—	—	—
Frei oder an Kieselsäure gebunden: Kieselsäure	—	—	0,949	—	—	—
Wasser	—	—	0,712	4,449	2,301	5,348
Rest Schwefelsäure	—	—	—	0,409	Rest CO_2	0,455
Rest Kalkerde	—	—	—	—	0,433	—
Manganoxyduloxyd	—	—	—	0	0,0187	0
Phosphorsäure	—	—	—	—	0,0074	—
Kieselsäure	—	—	—	Spr.!	Spr.!	Spr.!

g) Saginawthal. Auf den Salinen des Saginawthales im Staate Michigan (Nordamerika) wird nach Hahn (Berg- und Hüttenm. Ztg. 1867, S. 97) Bohrlochssoole in gußeisernen Kesseln (S. 110), in gewöhnlichen Pfannen, deren Boden zuweilen einen Dampfkessel bildet (S. 139), in hölzernen Pfannen mit Dampf (S. 117) und auf Sonnenfeldern (S. 95) auf bereits näher angegebene Weise verarbeitet. Es stellen sich die Kosten des Kesselsalzes und Pfannensalzes zu 1,84 Dollar pro Faß (127 Kilogramm), des Dampfsalzes zu 1,16 Dollar. Von der großen Anzahl mitgetheilter Salzanalysen mögen hier einige als wasserfreies Salz berechnet folgen:

	Kochsalz.	Pfannens.	Dampfsalz.	
			Obere Pfanne.	Untere Pfanne.
Chlormagnesium	0,612	0,445	0,324	0,523
Chlorcalcium	1,343	0,737	0,723	0,873
Schwefelsaurer Kalk	0,589	0,088	0,375	0,266

4) **Salinen, welche gradirte Soole versieden.** Hierher gehört ein Theil der Salinen Altpreußens (Schönebeck, Dürrenberg, Kösen, Königsborn, Neusalzwerk ꝛc.), Hannovers (Rothenfelde, Sülze, Rhüden ꝛc.), Kurhessens (Sooden, Nauheim ꝛc.) u. a.

a) Schönebeck*). Die Saline versott theils gradirte Soole aus den Soolschächten von Elmen und aus dem Schachte in Großsalze, theils ungradirte, durch Staßfurter Steinsalz (S. 171) gesättigte Soole in ähnlicher Weise, wie dies zu Halle geschieht. Im Jahre 1858 z. B. wurden 10291257 Cubikfuß 6,584-pfündige Soole mit 677541 Ctnr. Salz der Gradirung übergeben, wovon in 3725 Stunden 4223902 Cubikfuß 15,665-pfündige Siedesoole mit 661669 Ctnr. Salz erfolgten. Der Gradirverlust betrug 5,606 Proc. und die Verflüchtigung pro Quadratfuß Dornenfläche 25,490 Cubikfuß, während dieselbe im Durchschnitt der Jahre 1846 bis 1857 auf 23,859 Cubikfuß kam.

Es wurden 5138390 Cubikfuß 17,683-pfündiger Siedesoole in 30 Pfannen mit 23992 Quadratfuß Fläche versotten und bei 9,48 Proc. Siedeverlust 822495 Ctnr. Magazinsalz, 105678 Ctnr. Viehsalz und 113 Ctnr. Gewerbsalz (für die Seifensieder) dargestellt. 13120 Quadratfuß Pfannen (mit Circulirheerden) waren zur Befeuerung mit klarer Braunkohle mit Treppenrosten versehen und 10872 Quadratfuß mit Planrosten für ein Gemisch von $^1/_4$ Stein- und $^3/_4$ Braunkohlen. Auf 1 Ctnr. Magazinsalz gingen 0,4176 Tonnen Braunkohlen, entsprechend 3,708 Cubikfuß Kiefernholz. In 24 Stunden wurden auf 1 Quadratfuß Pfannenfläche 0,804 Cubikfuß Wasser verdampft und auf 100 Quadratfuß Fläche 14,90 Ctnr. Salz ausgebracht. Pro 100 Cubikfuß Wasserverdampfung waren 66,98 Cubikfuß Kiefernholzäquivalent erforderlich.

Mit der Ausdehnung des Bohrlochsbetriebes in neuerer Zeit wird die Gradirung allmälig in Wegfall kommen und höchstens eine Reserve bilden, wenn etwa plötzliche Unfälle die theilweise Einstellung der Soolförderung aus den Bohrlöchern herbeiführen sollten. Wie bereits (S. 71) bemerkt,

*) Oesterr. Zeitschr. 1866, Nr. 36; v. Albert in Berg- und Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 48.

hat sich die Auflösung von Steinsalz in der Siedesoole der gewöhnlichen Bohrlochssoole gegenüber unvortheilhaft erwiesen. Die zur Versiedung kommende Soole wurde früher aus Schächten gewonnen und durch Gradirung auf 3 Fällen von 6 bis auf 17 Pfd. angereichert. Gegenwärtig geschieht die Soolförderung aus den Schächten Nr. 3 und Nr. 4, welche Soole mit 4 bis 6,9 Pfd. Salz zum Gradiren liefern, dann aus Bohrlöchern, von denen im Jahre 1863 Nr. 4 bei Elmen pro Minute 4 Cubikfuß 16,573-pfündige, Nr. 5 3 Cubikfuß 17-pfündige und Nr. 6 3,4 Cubikfuß 18,5- bis 19-pfündige Soole lieferten. Die Soolförderkosten pro Ctnr. Siedesoolensalz betragen 6 Pfennige.

Das Cubiciren der Soole geschieht auf dem Gradirwerke mit Eytelwein'schen Cubicirungskästen, zur Messung der Bohrlochssoole dient der Zobel'sche Apparat, im Princip dem Baader'schen Hydrometer ähnlich.

Die einwandigen, auf cubische Gradirung eingerichteten Gradirhäuser haben Dornwände mit 3/4 Zoll Dossirung, welche die fallenden Tropfen innerhalb der Dornen hält, während die auf 1 Fuß um 2 Zoll nach außen geneigte Lage der Faschinen die Tropfen der äußeren Fläche und der Luft zuführt. Man hat 3 Fälle und zum Aufpumpen der Soole eine Dampfmaschine und Windkünste. Die Gradirwerke besitzen an wirklicher Dornenwandfläche 250000 Quadratfuß. Im Jahre 1863 wurde die Soole von 6,109 Pfd. auf 16,740 Pfd. bei 23,172 Cubikfuß Verflüchtigung pro Quadratfuß Dornenwandfläche und 4,431 Proc. Gradirverlust angereichert.

Behälter unter den 8 Gradirhäusern nehmen die Soole auf, von wo dieselbe mittelst einer Dampfmaschine in den Transportkasten von 156 Fuß Länge, 5 Fuß Breite und 2 Fuß Tiefe gehoben wird, aus welchem sie in Röhren an 7000 Fuß weit nach zwei über einander befindlichen Siedesoolenreservoirs auf dem Schönebecker Cocturhofe fließt. Das obere hat 291 Fuß Länge, 19 2/3 Fuß Breite und 7 1/3 Fuß Tiefe bei 41202 Cubikfuß Fassungsraum, das 9 Fuß 5 Zoll darunter befindliche 310 Fuß Länge, 42 Fuß Breite und 7 1/2 Fuß Tiefe mit 75200 Cubikfuß Inhalt. Letzteres liegt 23 1/2 Fuß unter dem Boden des Transportkastens.

Beide Reservoire werden von letzterem gespeist; wird jedoch ein starker Zufluß verlangt, so läßt man die Soole ins untere Reservoir treten und hebt sie mittelst einer kleinen Dampfmaschine ins obere, welches letztere noch ein nebengebautes von 60 Fuß Länge, 35 Fuß Breite und 5 Fuß Tiefe bei 10500 Cubikfuß Fassungsraum speist.

Die Soole aus den Bohrlöchern fließt in Kandeln in den Transportkasten. Im October 1864 enthielten die Bohrlochssoolen an fremden Bestandtheilen:

	Bohrloch Nr. 2.	Bohrloch Nr. 6.
Chlorkalium	2,04	1,59
Chlormagnesium	0,60	—
Schwefelsaure Magnesia	1,67	1,29
Summa	4,82	4,04

Ein Gehalt an organischen Substanzen veranlaßt in den Siedepfannen leicht ein Gelbwerden des Salzes und die anwesenden zerfließlichen Salze bedingen ein öfteres Ausschöpfen der Mutterlauge (alle 5 bis 7 Tage).

Zur Siedung des Salzes sind 26 Kothe vorhanden, jeder mit 2 Siedepfannen, welche meist die Trockenpfannen zwischen sich haben, nur in dem in neuester Zeit gebauten Hause Krug v. Nidda hat man 2 Siedepfannen neben einander gelegt und die Trockenpfanne an die schmale Seite derselben, was zu Ersparungen führt. Das neueste Siedehaus ist mehr nach englischem System (S. 202) eingerichtet; dasselbe erhält 4 Siedepfannen mit 4800 Quadratfuß Fläche und 8 Trockenpfannen mit gleicher Fläche. Die Siedepfannen liegen neben einander und zu jeder gehören je 2 Trockenpfannen mit 2 Traufbühnen. In den älteren Kothen befindet sich in der Mitte die Esse und es wird das Salz auf den Pfannenmantel ausgeschlagen. Die Siedepfannen mit 676 bis 1200 Quadratfuß Bodenfläche bestehen aus 1/4 Zoll, über dem Feuer aus 3/8 Zoll starken, 2 Fuß im Quadrat haltenden Blechen, die Bordentafeln sind 4 Fuß lang, 18 Zoll hoch und am Kamme 3/8, an der Umbiegung 1/4 Zoll dick. Die 120 Fuß langen Pfannen hat man in 2 Theile getheilt, der kleinere erhält stärkere, warm zu lochende Bodenbleche von 1/2 Zoll Dicke, welche direct vom Feuer getroffen werden, als der größere. Man spart bei dieser Einrichtung an Reparaturkosten, indem meist nur die kleinere Pfanne auszubessern ist. Die meisten Pfannen haben Treppenroste für Braunkohlenfeuerung, nur wenige Planroste; das Verhältniß von Rost- zur Pfannenfläche beträgt resp. 1 : 21 und 1 : 16. Größere Pfannen haben zwei zweitheilige Treppenroste mit 34 Roststäben von 58 1/2 Zoll flacher Höhe und 59 1/2 Zoll Breite bei 22 bis 35 Zoll Feuerhöhe. Etagenroste haben sich nicht bewährt.

Der Zug unter den Pfannen ist durch eine Zunge getheilt. Die Trockenpfannen, aus 5 Fuß 1 1/2 Zoll langen, 2 Fuß 6 Zoll breiten und 3/8 Zoll dicken Platten zusammengesetzt, haben eine eigene Feuerung und hölzerne Borde. Damit sich das in 4 bis 5 Zoll hoher Lage während 22 Stunden auf den Platten befindliche Salz nicht färbt, bedeckt man dieselben mit etwas Salzschlamm und erhält beständig eine dünne Schicht trocknes Salz darüber. Durch längere Wölbung des Feuerraumes sucht man ein Aufbrennen von Salz zu verhüten. Das Verhältniß zwischen der Fläche der Siede- und Trocken-

pfannen ist 1 : 1,10 bis 1 : 2. So enthalten die Kothen Krug v. Nidda Siedepfannen von 1200 und Trockenpfannen von 2400 Quadratfuß Bodenfläche.

Man ersiedet meist feinkörniges Salz und nur in einer Pfanne von 1200 Quadratfuß Grobsalz und zwar dauert bei ersterem ein Werk bei 12 Zoll Soolstand 24 Stunden, wovon 6 Stunden aufs Stören und 18 aufs Soggen bei 60 bis 70° kommen. Nach 5 bis 7 Werken schöpft man die Mutterlauge aus und der Pfannenstein wird nach 10 bis 14 Werken entfernt. Nachschlagebetrieb hat sich gegen den gewöhnlichen Betrieb nicht günstig erwiesen. Bei der Grobsalzbereitung geschieht das Stören in einer besonderen Pfanne. Mutterlauge (S. 183) und Pfannenstein (S. 178) werden in bereits angegebener Weise weiter verwerthet.

Im Jahre 1863 betrug das Salzausbringen aus 6813913 Cubikfuß 16,384-pfündiger Soole mit 1116369 Ctnr. Rohsalzgehalt 1026100 Ctnr., was pro 100 Quadratfuß Siedepfanne beträgt überhaupt 4517 Ctnr., in einem Betriebstage 13,81 und in einem Siedetage 15,70 Ctnr. An Abfällen erfolgten 6441 Ctnr. Krücksalz und Salzschlamm mit 26,52 Proc. Wasser, 26731 Ctnr. Pfannenstein mit 8,25 Proc. Wasser und 2009 Cubikfuß Mutterlauge von 24,452 Pfündigkeit. Durch Siedung wurden verdampft pro Quadratfuß Pfannenfläche 262 Cubikfuß, pro Betriebstag 980 Cubikfuß. Das Magazinsalz enthielt 1,94 Proc. Wasser. Auf 1 Ctnr. Salz gingen 0,458 Tonnen Braunkohlen.

Im Jahre 1865 erfolgten von 6494365 Cubikfuß 17,972-pfündiger Soole mit 1167189 Ctnr. Rohsalz 1020000 Ctnr. Siedesalz mit 6,679 Proc. Verlust. Bei 22720 Quadratfuß Siedepfannenfläche wurden auf 100 Quadratfuß in einem Siedetage 12,97 Ctnr. Siedesalz dargestellt, wobei ein Sieder 9714 Ctnr. Salz lieferte. Auf 1 Ctnr. Product gingen 0,452 Tonnen Braunkohlen und 0,083 Pfd. Eisen und Blech, bei 8 Sgr. 3,2 Pf. Selbstkosten.

b) Die großherzoglich hessische Saline Salzhausen erzielt aus einer schwachen Soole mit 1,2 Proc. Salzgehalt 4000 bis 4500 Zollctnr. Production mit folgenden Selbstkosten pro Zollctnr.:

Verwaltung	32 Kr.
Soolenförderung	10 „
Gradirung	15 „
Versiedung ohne Brennmaterial	14 „
Arbeitslöhne	20 „
Brennmaterial	33 „
Materialien	34 „
Unterhaltung der Gebäude ꝛc.	11 „
	2 Guld. 49 Kr.

c) Die Producte der Saline **Moutiers** haben nach **Berthier** folgende Zusammensetzung:

	Rohe Soole.	Gradirte Soolen.	Stören. Erster Niederschlag.	Stören. Zweiter Niederschlag.	Stören. Dritter Niederschlag.	Gesättigte Soolen.	Soggen. Erster Niederschlag.	Soggen. Zweiter Niederschlag.	Soggen. Dritter Niederschlag.	Mutterlauge.	Pfannenstein.
Wasser	98,402	77,79	—	—	—	69,14	—	—	—	64,85	9,60
Chlornatrium	1,060	16,00	47,5	6,25	64,22	25,50	94,64	93,59	85,5	20,8	57,34
Kohlensaurer Kalk	0,050	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefels. Kali	0,270	0,30	28,0	41,1	10,1	—	—	—	—	—	—
" Magnesia	0,056	0,80	—	—	—	1,48	—	—	—	9,5	3,00
" Natron	0,130	2,65	24,5	52,65	25,68	2,81	3,8	5,55	—	—	18,66
Chlormagnesium	0,032	0,46	—	—	—	1,07	—	0,6	2,00	4,85	0,75

d) Die Saline **Salzhausen** in Sachsen-Meiningen versiedet 36-grädige Bohrlochsoole, welche wenig schwefel- und kohlensaure Salze, dagegen in der Mutterlauge Jod und Brom enthält, in Pfannen von 40 Fuß Länge, 20 Fuß Breite und 1 Fuß Höhe. Man dampft mit Steinkohlen bei 62,5° C. ab (Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1861, S. 37).

e) Die Soole der Saline zu **Sülz** im Mecklenburgischen gelangt durch bis auf die Thonschicht eingesenkte hölzerne Röhren in einen Soolbrunnen und wird von hier in die Reservoirs der Gradirwerke emporgepumpt, worin sich beim Stehen an der Luft Eisenocher absetzt. Durch die Gradirung geht das spec. Gew. von 1,0418 bis 1,1746 oder der Procentgehalt von 5,4 auf 23,0 hinauf. Schon bei einmaligem Falle hat sich der Rest der Kieselsäure und des Eisenoxyds auf den Dornenwänden abgesetzt. Ueber die Abnahme des Gipses auf den einzelnen Gradirfällen geben die nachstehenden Analysen von **Birck** (**Wagner's** Jahresber. 1862, S. 212) Ausweis:

Saline Sülz.	Soolgemisch.	Eisenocher aus d. Reserv.	Gradirte Soolen. Nr. 1. Einmal gefallene Soolen.					
			Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.	Nr. 6.
Chlornatrium	4,2426	—	5,4537	8,4782	9,5125	12,4368	15,4365	19,2356
Chlorkalium........	0,0681	—	0,0949	0,1464	0,1845	0,2192	0,2234	0,2291
Chlorcalcium.......	0,6070	—	0,5590	0,6078	1,0509	1,5290	1,6693	2,0248
Chlormagnesium	0,3943	—	0,4528	0,5505	0,7993	0,9147	1,2078	1,3209
Brommagnesium	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefels. Kalk.....	0,0964	0,4318	0,1373	0,1907	0,2745	0,2822	0,3350	0,2516
Schwefels. Strontian	—	—	—	—	—	—	—	0,0197
Kohlens. Kalk.......	—	4,1668	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Magnesia...	—	0,5050	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Eisenoxydul.	—	1,5610	—	—	—	—	—	—
Kiesels. Natron	—	4,8156	—	—	—	—	—	—
Kiesels. Kali........	—	1,2249	—	—	—	—	—	—
Phosphors. Eisenoxyd	—	3,1316	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd..........	0,0029	49,2264	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure.........	0,0002	31,9773	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz.	—	2,9596	—	—	—	—	—	—
Feste Bestandtheile ..	5,4115	100,0000	6,6977	9,9736	11,8217	15,3819	18,8720	23,0816
Wasser............	94,3885	—	93,3023	90,0264	88,1783	84,6181	81,1280	76,9184
Spec. Gew.........	1,0418	—	1,0507	1,0761	1,0885	1,1183	1,1478	1,1746

f) **Königsborn.** Die Saline versiedet sehr arme und unreine Soole, welche nach dem Gradiren nur 9= bis 10=pfündig ist. In Folge dessen hat sich der Betrieb in separirten Sogge= und Störpfannen vortheilhafter erwiesen, als ein gemeinschaftlicher Betrieb. Man kann in ersteren die Unreinigkeiten durch sorgfältiges und vollständiges Auskrücken entfernen, hat weniger Salzverlust im Krücksalz und die Pfannen brauchen seltener ausgegossen zu werden, wodurch der Siedeverlust herabgeht. Bei vergleichenden Versuchen mit dem gemeinschaftlichen und separirten Betriebe hat sich ergeben, daß bei letzterem das Salzausbringen auf den Quadratfuß Pfannenfläche in 24 Stunden um 0,42 Proc. höher ausfiel, die Dauer eines Werkes 44,7 Stunden kürzer und der Verbrand auf 100 Ctnr. Salz um 1,140 Tonnen Steinkohlen geringer war.

Die Heerde unter den Pfannen sind combinirte Circulir= und Strahlenheerde (S. 125) mit 5 1/2 und 7 Fuß langen und 3 bis 4 1/3 Fuß breiten Rosten. Diese Größe derselben ist bei den langen Störzeiten erforderlich, um dem Brennmaterial die nöthige Luftmenge zuzuführen. Die Roste der Soggepfannen sind kleiner. Die Länge der Pfannen beträgt 36 bis 60 Fuß, die Breite 23 bis 26 Fuß bei 864 bis 1560 Quadratfuß Pfannenfläche.

Im Jahre 1858 übergab man der Gradirung 10051248 Cubikfuß 2,654=pfündige Soole mit 266798 Ctnr. Rohsalz und erhielt davon 2002631 Cubikfuß 10,852=pfündige Soole mit 217316 Ctnr. Rohsalz (darunter 1033255 Cubikfuß 16,670=pfündige Siedesoole und 969376 Cubikfuß 4,650=

Mutterlauge.	Dornsteine vom				Setzpfannenschlamm.	Salzsorten.			
	4. Fall.	5. Fall.	6. Fall.	7. Fall.		Buttersalz.	Feinsalz.	Mittelsalz.	Grobsalz.
12,1678	2,8038	1,5613	3,0511	2,4710	2,0751	93,7885	93,1985	90,7532	89,9150
0,5333					—	0,8914	0,8736	0,9991	0,8876
8,3262	—	—	—	—	—	0,2642	0,3289	0,9890	1,0911
5,1399	—	—	—	—	—	0,1369	0,1902	0,6036	0,7552
0,2164	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0838	69,9766	66,7585	67,0222	66,1150	95,7223	1,4424	1,1090	0,5875	0,7354
0,0185	0,3000	0,2966	0,2727	0,3223	0,4035	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	1,7991	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spr.Jod.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26,4859	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73,5141	26,9196	31,3836	29,6540	31,0917	—	3,4766	4,2998	6,0676	6,6157
1,2227	—	—	—	—	—	—	—	—	—

pfündige Mittelsoole), so daß ein Gradirverlust von 21,877 Proc. und eine Verflüchtigung von 26,110 Cubikfuß auf den Quadratfuß einseitiger Dornenwandfläche stattgefunden hat. Durch den immer mehr fortschreitenden Umbau der Dornenwände zur rein cubischen Betröpfelung ist der Effect der Gradirung gegen die Vorjahre ein günstigerer geworden.

In 19 Pfannen mit 24804 Quadratfuß Fläche sind in 6546 Betriebsstunden und in 388 Werken 1051925 Cubikfuß 16,453-pfündige Siedesoole mit 173076 Ctnr. Rohsalz versotten.

Es erfolgten bei 11,248 Proc. Siedeverlust 148528 Ctnr. oder 96,69 Proc. Speisesalz und 5082 Ctnr. oder 3,31 Proc. Fabriksalz. Man verbrauchte beim Stören 7330 Tonnen und beim Soggen 17760 Tonnen Steinkohlen oder auf 100 Ctnr. Salz zusammen16,334 Tonnen. Es werden auf den Quadratfuß Pfannenfläche jährlich etwa $6^1/_4$ Ctnr. Salz erzeugt. Das Ausziehen des Salzes geschieht, da die Pfanne voll gaarer Soole ist, zu öfteren Malen, gewöhnlich drei Mal während eines Werkes, sobald dasselbe der Verdunstung der Soole hinderlich wird. Bei zehn Tagen Soggezeit zieht man das Salz z. B. am fünften, achten und zehnten Tage aus. Das Trocknen desselben geschieht in Rohrkörben in Kammern.

Im Jahre 1865 erhielt die Gradirung 9616751 Cubikfuß 2,786-pfündige Soole mit 267877 Ctnr. Rohsalz, wovon 2279290 Cubikfuß 10,436-pfündige Soole mit 237860 Ctnr. Rohsalz erfolgten, hierunter 1372987 Cubikfuß 14,475-pfündige Siedesoole. Es verflüchtigten sich daher 7337461 Cubikfuß

mit 30017,72 Ctnr. Salz, entsprechend einer Verflüchtigung pro Quadratfuß Dornenwandfläche von 23,802 Cubikfuß und einem Verluste an festen Theilen von 13,109 Proc. des Rohsalzes der Brunnensoole. Ersotten wurden 183200 Ctnr. Salz bei 11,02 Proc. Rohsalzverlust; auf 100 Ctnr. Salz gingen 19,582 Tonnen Steinkohlen. Bei Gedingsiedung wurden pro Quadratfuß Pfannenfläche 7,584 Ctnr. Salz dargestellt und pro 100 Ctnr. Salz 19,163 Tonnen Kohlen verbraucht, bei fixirten Löhnen resp. 7,104 Ctnr. Salz und 20,127 Tonnen Kohlen bei Durchschnittslöhnen der Arbeiter pro Monat von resp. 17 Thlr. 2 Sgr. 4 Pf. und 16 Thlr.

Anwendung des Kochsalzes. Eine große Menge Salz wird als antiseptisches Mittel für länger aufzubewahrende thierische und vegetabilische Stoffe benutzt, man gewinnt aus demselben Glaubersalz, Soda, Chlor, Salmiak, Chlorkalk, Salzsäure, dasselbe dient zum Glasiren des Steinzeuges, in der Färberei, Druckerei, Gerberei und Seifensiederei, zu Kältemischungen, als Flußmittel bei Hüttenprocessen und hüttenmännischen Proben, zur Chloration von Metallen zur Metallextraction u. dgl. m. Während man für industrielle Zwecke das leichtlösliche feinkörnige Salz, zum Einpökeln des Fleisches ꝛc. möglichst reines Salz in Form von festen, großen; schwer löslichen Krystallen, wie sie durch langsame Verdunstung von Soole mittelst Sonne (S. 95) und Luft besonders entstehen, vorzieht, so conservirt reines Salz die Butter weniger, als ein Chlorcalcium und Chlormagnesium enthaltendes; letzteres ertheilt ihr aber einen bitteren Geschmack. Als ein unentbehrliches Bedürfniß des Menschen*) ist dasselbe auch für das Gedeihen der Thiere von großer Wichtigkeit, unterscheidet sich aber als Pflanzennährstoff von dem ähnlichen Kalisalz.

Das Salz ist für den thierischen Organismus unentbehrlich, nur unter seinem Einflusse geht die Verdauung regelrecht vor sich. Es müssen deshalb die Thiere neben ihrer Nahrung eine gewisse Salzmenge erhalten. Die wilden Thiere finden dieselbe instinctmäßig in Salzquellen und Salzpflanzen; den Hausthieren ist das Salz besonders darzureichen (Viehsalz S. 174). Geschieht dies nicht, so entstehen allerlei Krankheiten. Nach den Beobachtungen Livingstone's haben die im Innern Afrika's lebenden Antilopen ein viel härteres Fleisch als die am Meere von Meerespflanzen sich nährenden.

Was die Wirkung des Kochsalzes in der Agricultur**) betrifft, so

---

*) Verson und Klein, über die Bedeutung des Kochsalzes für den menschlichen Organismus, in Erdmann's Journ. 101, 62, auch 40, 168; Dingler's Journ. 103, 309.

**) S. Gras, über den Ursprung des Seesalzes in dem Boden der Camargue und über die Mittel, seine schädlichen Wirkungen aufzuheben, in Ann. d. mines, Tom. XI, 3 livr. de 1867, p. 367; J. Schon, über Anwendung des Salzes in der Agri-

sind die Ansichten darüber noch getheilt. Es ist Thatsache, daß das direct, namentlich in festem Zustande mit den Pflanzen in Berührung kommende Salz die Keimkraft derselben zerstört und einen unfruchtbaren Boden erzeugt. Nach Gasparin enthält z. B. der Erdboden im Rhonedelta, auf welchem Getreide gut fortkommt, nur 0,02 Seesalz. Steigt der Gehalt über diese Grenze, so kommen auf dem Boden, in dem aller Graswuchs verschwindet, nur noch Meerespflanzen, aber auch diese nicht mehr fort, wenn der Salzgehalt auf 0,05 steigt. Dagegen kann nach den Untersuchungen von Eichhorn und Francke unter gewissen Umständen Kochsalz, im Boden als Dünger angewendet, indirect günstig wirken entweder dadurch, daß dasselbe für die Ernährung vortheilhafte Bestandtheile (Kalksalze, Phosphate, Kalisilicate) in löslichen Zustand versetzt, oder auf mechanischem Wege dadurch, daß dasselbe für die Ernährung der Pflanzen nützliche Bestandtheile, welche als Dünger auf die Oberfläche des Bodens gebracht und von demselben rasch absorbirt werden, befähigt, tiefer in den Boden einzudringen und dann besonders solchen Pflanzen zur Nahrung zu dienen, welche lange Wurzeln haben oder in tieferen Theilen des Bodens wachsen, z. B. Rüben. Dabei muß aber die Bodenbeschaffenheit ganz besonders beachtet werden. Bei einem fetten, mit festen Ernährungsstoffen reichlich versehenen Boden hat das Salz eine günstige Wirkung, indem es die Elemente löslich macht und vertheilt, und zwar um so mehr, wenn man Pflanzen mit tiefen Wurzeln hat. Bei einem mageren, sandigen und wenig absorbirenden Boden aber, namentlich wenn man das Salz allein anwendet, nimmt dasselbe zu viel von den Ernährungsstoffen mit in die Tiefe, was besonders bei Pflanzen mit kurzen Wurzeln ein Uebelstand ist. Man darf das Salz niemals mit den Sämereien zusammen anwenden, weil es sonst, wie bemerkt, die Keimkraft zerstört. Am besten bringt man dasselbe in den meisten Fällen einen Monat vor dem Säen in den Boden; bei sehr fruchtbarem Boden kann man es sogar im Herbste für die Culturen des Frühjahres incorporiren. Bei magerem Boden läßt man keine so lange Zeit zwischen der Anwendung des Salzes und dem Säen verstreichen. Indessen darf aber auch diese Zeit nicht zu kurz sein, damit das Salz durch das Regenwasser hinreichend tief in den Boden geführt werden kann und so nicht mit den Körnern in directe Berührung kommt.

Hat man einen mit Seesalz imprägnirten unfruchtbaren Boden, wie er z. B. in der Camargue (Departement der Rhonemündungen) dadurch entsteht, daß bei aufgeregtem schäumenden Meere die Winde Salztheilchen dem Boden zuführen, so lassen sich nachstehende Mittel zur Erhöhung seiner Fruchtbarkeit

---

cultur, ebendas. S. 419; über Anwendung des Salzes in der Landwirthschaft, Dingler's Journ. 103, 309; 114, 224; Erdmann's Journ. 40, 168.

anwenden. Da, wie bereits erwähnt, das Salz im festen Zustande auf die Sämereien im Boden am schädlichsten einwirkt und in diesem besonders entsteht, wenn die vom Winde herbeigeführten salzhaltigen Wassertheilchen auf dem Boden verdunsten, so ist es vortheilhaft, dieses dadurch zu vermeiden, daß man den Boden nach dem Säen mit Schilf überdeckt und, damit dieses vom Winde nicht weggetrieben wird, etwas Erde darauf bringt, wodurch man dann der Verdunstung des Wassers entgegenwirkt. In Folge dessen wird die Bildung efflorescirenden Salzes durch Feuchtbleiben des Bodens vermieden und derselbe dadurch fruchtbarer gemacht, was man in noch höherem Grade erreicht, wenn man durch Drainiren des Bodens die salzhaltige Flüssigkeit ableitet. Diese allerdings kostspieligen Mittel haben sich in der Camargue sehr gut bewährt. Ein noch gründlicher wirkendes Mittel würde sein, wenn man am Meeresgestade Waldungen, namentlich von Nadelhölzern anpflanzte, welche die vom Meere herbeigetriebenen salzhaltigen Wassertheilchen vom Boden abhalten würden.

Prüfung des Kochsalzes. Reines Kochsalz trübt sich nicht durch Chlorbarium (Schwefelsäure) und kohlensaures Natron (Kalk- und Talkerde), Schwefelwasserstoff giebt in der angesäuerten Lösung keinen Niederschlag (Kupfer, Blei) und Blutlaugensalz kein blaues Präcipität (Eisen). Jod läßt sich nachweisen, wenn man sich in oben angeführter Weise eine Mutterlauge darstellt und dieser Stärkekleister, dann schwaches Chlorwasser oder Chlorkalklösung tropfenweise zusetzt, wobei sich der Kleister bläut. Man darf nicht zu viel Chlorgas oder Chlorkalklösung hinzufügen, weil sonst die Bildung des blauen Jodamylums verhindert oder das entstandene doch schnell wieder zerstört wird. Auch darf die Lösung nicht heiß sein. Zur Entdeckung von Brom leitet man in die Mutterlauge einer größeren Menge Salzlösung Chlorgas, schüttelt die Flüssigkeit mit Aether, worauf sie gelb wird, und sättigt mit Ammoniak. Sollte die gelbe Färbung des Aethers durch Brom nicht hinreichend deutlich erscheinen, so gießt man denselben in eine kleine Porzellanschale, fügt einen kleinen Ueberschuß von Aetznatronlauge hinzu, dampft den Aether weg, übersättigt mit Salzsäure, bringt Stärkemehl hinzu, erwärmt behuf Kleisterbildung, läßt erkalten und setzt tropfenweise Chlorkalklösung hinzu, wo dann das freiwerdende Brom das Amylum gelb färbt.

Behuf quantitativer Analyse des Kochsalzes wird zur Bestimmung des Wassergehaltes eine feingeriebene Probe erst längere Zeit bei etwa 100° C. getrocknet, dann im Trockenapparat auf 120 bis 150° C. erhitzt. Schwefelsäure ergiebt sich beim Fällen der sauer gemachten Lösung durch Chlorbarium. Unlösliche Stoffe filtrirt man ab, bestimmt im Filtrat mit Oxalsäure und Ammoniak den Kalk, filtrirt den Kalkniederschlag ab, dampft

das Filtrat etwas ein und fällt mit Aetzammoniak und phosphorsaurem Natron die Magnesia. Zur Ermittlung eines Kaligehaltes concentrirt man eine größere Menge Lösung so weit, daß sich ein Theil Kochsalz ausscheidet, und versetzt die Mutterlauge mit Chlorplatin.

Salzproduction. Diese betrug im Jahre 1858 in Oesterreich 3697689 Ctnr. Steinsalz (Wieliczka, Bochnia und Kaczyka in Galizien, Marmarosch in Ungarn, Zlatina und Viszakna in Siebenbürgen), 2535126 Ctnr. Sudsalz (Gmünden — Hallstadt, Ischl, Ebensee — Hallein, Aussee, Hall), Industriesalz 215261 Ctnr. und 1406136 Ctnr. Seesalz (Stagno bei Ragusa, Insel Pago in Dalmatien, Capodistria und Pirano an der illyrischen Küste; zu St. Felice bei Venedig und zu Triest), zusammen 7861081 Ctnr. In den letzten Jahren ist die Gesammtproduction auf 8300000 Ctnr. jährlich gestiegen.

Bayern producirte im Jahre 1864 an Steinsalz (Berchtesgaden), Kochsalz, Viehsalz und Düngesalz (Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein, Rosenheim, Kissingen, Orb, Dürkheim) 1052989 Zollctnr.

Baden lieferte im Jahre 1864 zu Ludwigshall bei Dürrheim und zu Ludwigshall bei Rappenau 430755 Zollctnr.

Würtemberg producirte im Jahre 1864 an Steinsalz (Wilhelmsglück), Speisesalz und Viehsalz (Sulz, Wilhelmshall zu Schwenningen und Rottenmünster, Schwäbisch Hall, Friedrichshall bei Jaxtfeld, Clemenshall bei Offenau) 974420 Ctnr.

Altpreußen producirte im Jahre 1864 auf den Staatssalinen (Schönebeck, Staßfurt, Halle, Dürrenberg, Artern, Kösen, Königsborn, Neusalzwerk, Münster, am Stein und Stetten) und auf den Privatsalinen (Halle, Teuditz, Kötzschau, Salzkotten, Gottesgabe bei Rheine, Sassendorf, Werl, Neuwerk und der sächsischen Saline Karls- und Theodorshall) zusammen 4509683 Ctnr. Salz, darunter 1170050 Ctnr. Kalisalze. (1 Last Salz = 4000 Pfd.)

Kurhessen lieferte im Jahre 1864 zu Soden, Nauheim und Rodenberg 216518 Ctnr. Salz.

Großherzogthum Hessen producirte im Jahre 1864 zu Salzhausen, Ludwigshall, zu Wimpfen und zu Karls- und Theodorshall bei Kreuznach auf preußischem Gebiet 257592 Ctnr.

Hannover producirte im Jahre 1864 auf den Staatssalinen (Rothenfelde, Sülze, Sülbeck, Salzderhelden, Salzhemmendorf) und den Privatsalinen (Salzdetfurt, Rhüden, Heiersum, Salzhemmendorf, Münder, Eldagsen, Egestorffshall) 753562 Ctnr.

Braunschweig producirte im Jahre 1864 zu Schöningen und Salzdahlum 118051 Ctnr.

Von den übrigen deutschen Ländern lieferten im Jahre 1864 an Salinenproducten:

Mecklenburg zu Sülz 80000 Ctnr. Schwarzburg-Rudolstadt 61395 Ctnr. Lippe-Detmold zu Salzuffeln 23394 Ctnr. Waldeck zu Oesdorf 3201 Ctnr. Sachsen-Meiningen-Hildburghausen zu Sulza, Salzungen und Lindau 114963 Ctnr. Sachsen-Weimar-Eisenach zu Wilhelmsglück und Stotternheim 29485 Ctnr. Sachsen-Koburg-Gotha zu Buffleben 33555 Ctnr. Reuß zu Heinrichshall bei Gera 30537 Ctnr. Sachsen und Nassau besitzen keine Salinen.

Von außerdeutschen Ländern produciren: England an 32400000 Ctnr. Frankreich an Stein-, See- und Sudsalz an 12600000 Ctnr. Belgien raffinirt nur fremdes Salz. Holland raffinirt fremdes Seesalz und stellt jährlich an 600000 Ctnr. raffinirtes Salz (salt upon salt) dar. Italien an Steinsalz (Neapel und Sicilien), Meer- und Sudsalz an 5900000 Ctnr. Rußland an Stein-, Meer-, Sud- und Steppensalz an 8380000 Ctnr. Norwegen zu Walloe 65000 Ctnr. Meersalz. Schweden und Dänemark beziehen fremdes Salz. Die Schweiz gegen 530000 Ctnr. Salz auf den alten Salinen zu Devins und Bervieux im Waadtlande und auf der neuen Saline Schweizerhall im Basalland. Portugal 4180000 Ctnr., Spanien 7880000 Ctnr.

Die Totalproduction in Europa beträgt nach Hausner etwa 94984000 Ctnr., im Werthe von 577300000 Frcs. Man hat im Jahre 1845 berechnet, daß die europäische Bevölkerung pro Kopf etwas mehr als 14 Pfd. Salz jährlich verzehrt. Es braucht der Norweger wegen der Fischeinsalzung 35 Pfd., der Engländer etwas über 18 Pfd., der Italiener, Spanier und Portugiese 13 bis 20, je nachdem er Fischerei treibt oder nicht, der Belgier 17, der viehzuchttreibende Schweizer 16, der Franzose $14\frac{1}{2}$, der Russe 14, der Preuße $13\frac{3}{4}$, der Oesterreicher gegen 12 und der Türke unter 9 Wiener Pfd. Salz pro Jahr (1 Wiener Pfd. = 1,12 Zollpfd.).

Nach einem großen Durchschnitt hat man im preußischen Staate den Salzverbrauch pro Kopf der Bevölkerung jährlich zu 7,75 Kilogramm gefunden. Bezieht man diese Zahl auf die ganze europäische Bevölkerung von 274 Millionen Einwohnern, so beträgt die ganze Consumtion an Speisesalz jährlich 2123500000 Kilogramm bei einer Production von 3717201000 Kilogramm, wonach noch 1593701000 Kilogramm für Gewerbe, Viehzucht, Ackerbau und zum Export nach anderen Erdtheilen übrig bleiben.

Nachträge.

I. Ueber Steinsalz (S. 2, 24).

Nach Senft (Die krystallinischen Felsgemengtheile 1868, S. 269) erscheinen große Steinsalzmassen trotz ihrer hygroskopischen Eigenschaft immer trocken, was seinen Grund darin haben kann, daß das angesogene Wasser bei hohen Wärmegraden auch wieder leicht verdunstet oder die inneren Salztheile den an der Oberfläche der Massen befindlichen Theilen die angezogene Feuchtigkeit rasch entziehen.

Während Seesalz und Salz aus Steinsalzlagern neben Chlornatrium meist etwas Chlormagnesium und Gips, zuweilen auch etwas Chlorcalcium, selten Chlorkalium enthalten, so ist durch vulcanische Eruptionen erzeugtes Salz reich an letzterem und es fehlt Chlormagnesium, wonach beide Steinsalzarten wahrscheinlich verschiedene Entstehungsweisen haben. Dagegen enthalten künstlich erbohrte Salzquellen nach einer großen Anzahl Analysen 70 bis 99 Chlornatrium; 0,5 bis 8 Chlormagnesium; 0,3 bis 35 Chlorcalcium; 0,15 bis 14 schwefelsauren Kalk; 0,2 bis 7 schwefelsaure Magnesia; 0,2 bis 7,5 kohlensauren Kalk, meist mit kohlensaurer Magnesia und wohl kleinen Mengen Chlorkalium, Chlorammonium, schwefelsaurem Natron, schwefelsaurem Kali, kohlensaurem Eisenoxydul, Kieselsäure, sowie geringen Mengen von Bromkalium, Bromnatrium und Brommagnesium (von letzterem 1,69 bis 2,7 Proc. in den Soolen von Hall, 0,3 Proc. in der Soolquelle zu Nauheim, 0,59 bis 0,63 Proc. in dem Wasser des Ragozi- und Pandurbrunnens in Kissingen. Die fremden Beimischungen hat das Wasser der Salzsoolen aus den über den Steinsalzlagern befindlichen Schichten, die es bei seinem Zuge zur Erdoberfläche durchdringen mußte, in sich aufgenommen.

Die Beimengungen im Steinsalz oder in den Soolen kommen auch in ersterem als selbstständig ausgebildete Mineralkörper vor, wie Carnallit, Tachhydrit, Sylvin, Thenandit, Glauberit, Astraganit, Polyhalit, Bittersalz, Kieserit, Anhydrit, Boracit u. s. w.

Das in den Soolen enthaltene Glaubersalz dürfte meist auf die Weise entstehen, daß sich vitriolescirender Eisenkies mit dem Chlornatrium zu Eisenchlorid und schwefelsaurem Natron umsetzt.

Am gewöhnlichsten bildet das Steinsalz mehr oder weniger mächtige

Lagerstöcke und Lager, welche entweder in Wechsellagerung mit Thon, Anhydrit und Gips stehen oder auch von den Lagermassen dieser Felsarten nach unten und oben ganz umschlossen werden.

In der Regel tritt dann auch als Decke über dem Gips zunächst eisenschüssiger Mergel und darüber Dolomit auf, so daß für das Steinsalzvorkommen sehr gewöhnlich ein Schichtencomplex bezeichnend ist, welcher von oben nach unten aus Dolomit, bunten Mergeln, Anhydrit, Gips und Thon besteht. Bei einer vollständigen Entwickelung der ganzen Steinsalzformation erscheint aber noch zunächst über den Salzstraten selbst eine Zone von mehr oder weniger leicht löslichen Kali- und Magnesiasalzen (Abraumsalze), welche als der letzte Rest der in voller Verdampfung begriffenen Meereslauge anzusehen sind. Höchst vollständig und normal kommen die zur Steinsalzformation gehörigen Ablagerungen bei Staßfurt (S. 31) vor und man kann nicht leicht ein schöneres und deutlicheres Bild nicht nur von einem Meeresbecken überhaupt, sondern auch von der Reihenfolge erhalten, in welcher sich die Massen bei dem ruhigen Abdunstungsprocesse eines Meeres, durch verschiedene Färbungen charakterisirt, über einander absetzen. Während die Kalisalze Staßfurts hauptsächlich aus Carnallit (S. 34) bestehen, führen die von Kalusz (S. 179) hauptsächlich den werthvolleren Sylvin, frei von Schwefelsäure und Magnesia.

Die sämmtlichen Steinsalzlagerstätten des mittleren Europas, namentlich Deutschlands, bilden drei Zonen. Die erste umfaßt die Steinsalzlager, welche sich in der paläozoischen Periode gebildet haben und unter dem Buntsandstein lagern (Erfurt, Artern, Heinrichshall, Staßfurt, Salzungen ꝛc.). Die zweite Zone begreift die in der mesozoischen Periode entstandenen Steinsalzlager in zwei mächtigen Zügen, von denen der eine nordwärts von dem Mittelgebirgsbogen vorherrschend in den Formationen der Trias vorkommt, von den Karpathen aus nordwärts zieht, unter Anderem den mächtigen Salzstock von Wieliczka bildet und die bedeutenden Salzablagerungen zusammensetzt, welche vom Thüringer Triasgebiete aus über Erfurt und Halle bis Schönebeck reichen. Der zweite Zug zeigt sich in den Ketten der nördlichen Kalkalpen, hauptsächlich im Liasgebiete, bildet die mächtigen Salzstöcke des Salzkammergutes und zieht sich mit Unterbrechungen westwärts bis tief in die Schweiz hinein. Die dritte, der neozoischen Periode angehörige Zone umfaßt die Steinsalzlager unter, zwischen und über dem Braunkohlengebiete, wie sie in dem Tieflande Rußlands und denjenigen Beckenländern vorkommen, welche aus ehemaligen Binnenseen hervorgetreten sind.

Auf den bezeichneten Lagerstätten findet sich das Steinsalz in Gruppirung:

1) mit Mineralien, welche durch vulcanische Eruptionen entstanden sind

(Nosean, Hauyn, Erinit, Scolopsit, Sodalith, Obsidian, Bimstein u. s. w.) und aus Natron und meist auch Kali enthaltenden Silicaten bestehen, die zum Theil als umgewandelte Oligoklase zu betrachten sind. In diese Associationen kann das Chlornatrium auf dreierlei Weise gekommen sein und zwar:

a) durch Eindringen des Meerwassers ins Innere eines vulcanischen Heerdes und Abgabe seines Chlornatriumgehaltes aus dem entstandenen Dampf an die geschmolzenen Steinmassen;

b) durch Einwirkung salzsaurer Dämpfe, der häufigen Begleiter vulcanischer Eruptionen, auf frische oder in Zersetzung begriffene natronhaltige Gesteine (Feldspath, Zeolith u. s. w.) im Krater oder auch in den Spalten und auf der Oberfläche des Vulcans;

c) durch Empordringen chlornatriumhaltiger Wasserdämpfe aus dem Innern des Vulcans, welche sich an der Luft verdichten und ihren Salzgehalt an die noch heißen Steinmassen im Krater oder in der Umgebung desselben absetzen.

2) Mit aus dem Wasser niedergeschlagenen Mineralien (außer den S. 219 genannten Mineralien noch Kalkstein, Thon, Mergel, letztere Verwitterungsproducte von thonerdehaltigen Silicaten). Es ist wahrscheinlich, daß bei der Zersetzung aller derjenigen Mineralien, welche neben Natron auch Chlor enthalten, das freiwerdende Natron sich mit dem Chlor zu Chlornatrium verbindet und demnach das Steinsalz als ein Zersetzungsproduct aller Natron und Chlor enthaltende Silicate anzusehen ist. Eine Bildung von Gips und schwefelsaurer Magnesia tritt ein, wenn neben Thon und obigen Mineralien Kalk- und Dolomitspath mit vitriolescirenden Eisenkiesen in Berührung kommen. Das so gebildete Steinsalz wird mit seinen Begleitern vom Wasser aufgenommen und den Flüssen und Strömen und zuletzt dem Ocean zugeführt, wo es im Verlaufe der Zeiten das Material bildet, aus welchem nach der Hebung und Trockenlegung von Meerestheilen die Steinsalzlager mit den sie begleitenden Gips-, Thon- und Mergelablagerungen entstehen. Wegen seiner Schwerlöslichkeit scheidet sich Gips immer zuerst aus dem Meerwasser ab und bildet die Sohle der Steinsalzlager. Kommt er in Wechsellagerung mit dem Steinsalz vor, so beweist dies, daß sich in demselben Meere in verschiedenen, auf einander folgenden Zeiträumen Ablagerungen gebildet haben, deren jede von unten nach oben aus Thon, Gips und Steinsalz besteht.

3) Sehr häufig findet sich Steinsalz in Gesellschaft von Salmiak, Salpeter, Glaubersalz, schwefelsaurem Kali und phosphorsaurem Kalk als ein Bestandtheil der Bodenarten an Stellen, welche durch die Meereswogen angefluthet wurden (z. B. die Marschen von den Küsten Hollands an bis nordwärts nach der jütischen Halbinsel hin) oder wo ehemals Seenbecken sich befanden (z. B. im Innern Rußlands, in der Kirgisensteppe). Findet sich Chlornatrium in

Ländereien, welche weit von allen Meeren entfernt liegen, so kann es durch den Dünger in die Ackerkrume gekommen sein, dessen Gehalt an Chlornatrium und phosphorsaurem Kalk bei der Verwesung unter gleichzeitiger Bildung von Salmiak und Salpeter zurückblieb. Enthält solcher Boden auch vitriolescirende Schwefelkiesknollen, so können sich schwefelsaure Alkalisalze erzeugen. Vom Gewitterregen ausgelaugt setzt sich an Orten, wo das Wasser stagnirt, beim Verdunsten desselben eine mehr oder weniger deutlich hervortretende Salzkruste (natürliche Salzlecken fürs Vieh) auf der Ackerkrume ab.

Nach Vorstehendem kann demnach die Bildungsweise des Steinsalzes folgende sein: aus der Zersetzung von Natron und chlorhaltigen krystallinischen Felsarten; durch vulcanische Eruptionen, indem es durch dieselben schon fertig und in Dampfform ausgeworfen oder durch Einwirkung von salzsauren Dämpfen auf natronhaltige Mineralien erzeugt wird; durch Niederschläge im Meere und durch Zersetzung thierischer Substanzen.

In Betreff der Zusammensetzung des Meerwassers hat man folgende Beobachtungen gemacht:

1) Der Salzgehalt des Meeres nimmt zu

a) mit der Entfernung vom Strande, mit Ausnahme da, wo sich salzreiche Ströme (russische und kirgisische Steppen) ins Meer ergießen;

b) je mehr man sich von den Polen aus dem Aequator nähert, wo die Wasserverdampfung zunimmt;

c) von der Oberfläche des Meeres nach der Tiefe zu, weil die salzreicheren Wasserschichten ein größeres specifisches Gewicht besitzen;

d) je länger, je heißer und je trockener die Sommerzeit ist, wo die Flüsse nicht so viel Süßwasser zuführen und das Meerwasser stärker verdampft.

2) In offenen Meeren wiegt der Chlornatriumgehalt den übrigen Bestandtheilen, namentlich dem Chlormagnesium und der schwefelsauren Magnesia weit vor, während der Gehalt an Chlormagnesium den an Chlornatrium übersteigen kann, wenn in flachen, tief ins Land einschneidenden Meerbusen und rings von Land umschlossenen flachen Binnenseen mit wenig Zufluß eine anhaltende Wasserverdunstung stattfindet, wobei sich Kochsalz immer mehr ausscheidet, das sehr hygroskopische Chlormagnesium aber in Lösung bleibt (Eltonsee in der kirgisischen Steppe, S. 7, Todtes Meer, S. 7).

3) Der Gehalt an Fäulnißsubstanzen (feinzertheilten Organismenresten) und erdigen Theilen (Schlamm) ist in der warmen Jahreszeit größer, als in der kalten, desgleichen größer in der Nähe der Küsten und Strommündungen als auf der hohen See.

II. Staßfurter Düngesalze (S. 38) und Glaubersalz.

Man bringt hauptsächlich sogenanntes **Kalisalz** (rohes schwefelsaures Kali), der Absatz vom Concentriren der Mutterlaugen, sowie **Kalidünger** aus Kieserit in den Handel, nach **Fuchs** zusammengesetzt aus:

	Kalisalz.	Kalidünger.
Schwefelsaures Kali	20	24
Schwefelsaure Magnesia	15	15
Schwefelsaurer Kalk	—	21
Chlornatrium	55	15
Thon, Eisenoxyd, Kieselsäure	—	25
Wasser	10	—

Diese Kali-Magnesiasalze äußern einen günstigen Einfluß auf die Entwickelung mancher Ceralien; auch bei der Rübencultur hat man damit gute Resultate erhalten.

Neuerdings hat **Daube** in den Staßfurter Salzen **Eisenkies** gefunden.

Die **Rückstände vom Lösen der Abraumsalze** benutzt man auf **Glaubersalz**. Wie bereits früher bemerkt, enthalten die rohen Abraumsalze: 50 bis 55 Proc. Carnallit ($KCl + 2 MgCl + 12 HO$); 25 bis 30 Proc. Steinsalz; 10 bis 15 Proc. Kieserit ($MgO . SO_3 + HO$); Rest Anhydrit, Thon.

Die nach dem Ausziehen des Chlorkaliums bleibenden Rückstände enthalten noch 55 bis 60 Proc. Kochsalz, 25 bis 30 Proc. schwefelsaure Magnesia, etwas Chlorkalium, Anhydrit, Thonschlamm und Wasser. Man läßt die Rückstände gut verwittern, wodurch die schwefelsaure Magnesia (Kieserit) durch Wasseraufnahme löslich wird, löst in Wasser und setzt die Lösung in eisernen oder steinernen Gefäßen der Winterkälte aus, wo dann die Krystallisation des Glaubersalzes schon bei + 5° C. beginnt. Von **Carré**'schen Frostmaschinen hat man wegen deren großer Mängel absehen zu müssen geglaubt. Nach bisherigen Erfahrungen kommt das auf diese Weise dargestellte Sulfat noch ebenso theuer, als dasjenige aus Kochsalz und Schwefelsäure und es ist eine Schattenseite dieser Industrie, daß sie lediglich auf Temperaturverhältnisse basirt ist. In den nächsten Jahren werden kaum mehr als 15- bis 20000 Ctnr. calcinirtes Glaubersalz auf diese Weise dargestellt werden.

Clemm schlägt vor, direct aus in Wasser unlöslichem **Kieserit** Glaubersalz darzustellen durch Kochen einer Lösung von 2 Aeq. Kochsalz mit 1 Aeq. Kieserit, wobei sich außer Chlormagnesium ein Doppelsalz von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia bildet. Man dampft zur Trockne, behan-

delt den Rückstand zur Zersetzung von Chlormagnesium in glühendem Zustande mit Wasserdampf, laugt obiges Doppelsalz von der entstandenen unlöslichen Magnesia weg und dampft die Lösung ab, wo sich dann schwefelsaures Natron als wasserfreies Salz niederschlägt.

III. Soolengewinnung zu Bex in der Schweiz (S. 71).

Bislang wurde salzführender Anhydrit bergmännisch gewonnen und durch Auslaugen desselben mit Wasser Salzsoole erhalten. Man hat die Absicht, Sinkwerksbetrieb, wie in den Salzkammergütern, zu versuchen, also Kammern zu eröffnen, diese mit Wasser zu füllen und nach und nach die Decke aufzulösen, welche in den Salzkammergütern dann herabfällt. Da indeß zu Bex das Salzgebirge viel ärmer ist und die ausgelaugte Decke deshalb nicht von selbst herabfällt, so sind mechanische Mittel ausfindig zu machen, um dies zu veranlassen, während man das Süßwasser auf die Decke wirken läßt. Da die Tagessituation ein Anbringen von Stollen nicht erlaubt, so will man 8 Fuß weite und 60 bis 100 Fuß tiefe Schächte, die auf der Sohle mit einander zu verbinden, zum Auspumpen der Soole niederbringen. Man würde das süße Wasser ein oder zwei Stunden mit dem Gesteine in Berührung und dann den Bohrer wirken lassen, um das ausgelaugte Gestein zu zermalmen (Verh. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1868, S. 96). Wie bereits (S. 76) bemerkt, hat man im österreichischen Salzkammergute bei den vielfachen Mängeln des Sinkwerksbetriebes daran gedacht, das Steinsalz bergmännisch zu gewinnen und dann in der Grube aufzulösen.

Sachregister.

Ortsregister.

Druck von M. Bruhn in Braunschweig.